



Netværk for formalinudfasning

Henriksen, Niels Henrik; Pedersen, Lars-Flemming

Publication date:
2015

Document Version
Publisher's PDF, also known as Version of record

[Link back to DTU Orbit](#)

Citation (APA):
Henriksen, N. H., & Pedersen, L-F. (2015). *Netværk for formalinudfasning*. Dansk Akvakultur. Faglig rapport fra Dansk Akvakultur No. 2015-10

General rights

Copyright and moral rights for the publications made accessible in the public portal are retained by the authors and/or other copyright owners and it is a condition of accessing publications that users recognise and abide by the legal requirements associated with these rights.

- Users may download and print one copy of any publication from the public portal for the purpose of private study or research.
- You may not further distribute the material or use it for any profit-making activity or commercial gain
- You may freely distribute the URL identifying the publication in the public portal

If you believe that this document breaches copyright please contact us providing details, and we will remove access to the work immediately and investigate your claim.

Netværk for Formalinudfasning



Faglig rapport fra Dansk Akvakultur 2015-10

Afreportering for projekt "Netværk for formalinudfasning" under ordningen Fælles Initiativer inden for fiskeri- og akvakultursektoren.

DATABLAD

Serietitel: Faglig rapport 2015-10 fra Dansk Akvakultur

Titel: Netværk for formalinudfasning

Forfattere: Niels Henrik Henriksen¹ og Lars-Flemming Pedersen²

Institution: ¹Dansk Akvakultur, ²DTU Aqua Institut for Akvatiske Ressourcer

Finansiel støtte: Fødevareministeriet og EU. Journal nr. 33010-13-k-0266

Projekt: Afrapportering af projekt "Netværk for formalinudfasning"

Emneord: Formalin, substitution, doseringspumper, pereddikesyre, brintoverilte

Forside: Foto af doseringspumpe. Foto taget af Niels Henrik Henriksen

Foto af vandbehandling på Løvlund Dambrug. Foto taget af Lars-Flemming Pedersen

Internetversion: www.danskakvakultur.dk/images/projektrapporter

ISBN: 978-87-93397-00-2



Indholdsfortegnelse

BAGGRUND	4
FORMÅL	4
ORGANISERING	4
PRAKTISKE INDHOLD, RESULTATER OG KONKLUSIONER	5
Netværksdannelsen	5
Doseringspumper	6
Praktisk arbejde på akvakulturbrugene	9
Temadag	13
DTU Aqua forsøg på dambrug	14
GENEREL KONKLUSION OG PERSPEKTIVERING	19
BILAG 1A	21
BILAG 1B.....	32
BILAG 1C	40
BILAG 1D	49
BILAG 2.....	63

BAGGRUND

Anvendelsen af formalin (vandig opløsning af formaldehyd) på akvakulturbrug har haft stort fokus gennem de seneste år. Formaldehyd er kræft- og allergifremkaldende, og arbejdsmiljølovgivningen foreskriver derfor, at stoffet skal substitueres, hvis muligt.

Alle stoffer der har en dræbende effekt på mikroorganismer, og som ikke anvendes som medicin, skal godkendes under EU's Biocid-regler. Formalin har i den forbindelse undergået den første evaluering og grundet stoffets kræftfremkaldende egenskaber er godkendelse, som biocid ikke umiddelbar mulig. Dette faktum vil kunne påvirke fiskeopdrætternes fremtidige muligheder for at købe og anvende formalin i produktionen.

Dansk Akvakultur udarbejdede i 2009 en målsætning om at udfase brugen af formalin og igangsatte efterfølgende en lang række initiativer på området, herunder flere forskningsprojekter. Nuværende status er, at substitution i flere tilfælde er mulig, men forskningen og praktisk erfaring har desværre også vist, at der ved nogle parasitære lidelser ikke eksisterer praktiske brugbare alternativer. Der er generelt behov for at anvende formalin på alle dambrugstyper, men desværre har anlæg med større grad af recirkulering vist, at have et relativt højt forbrug. Derfor vil Miljøstyrelsens nuværende krav om anvendelse af større grad af recirkulering i sidste ende kunne have den negative konsekvens, at forbruget af formalin kortsigtet vil være stigende. Der findes ikke præcise opgørelser over formalin-forbruget inden for dansk akvakultur, men i de såkaldte punktkilderapporter udarbejdet af Miljøstyrelsen viser den seneste opgørelse, at der alene på dambrug i 2013 blev anvendt over 270.000 l. formalin, hvilket sammen med opgørelsen for 2012 er det hidtil højest opgjorte forbrug. Vi er altså på trods af stor forskningsmæssig indsats og stort fokus på generelt brancheniveau stadig langt fra målet om udfasning på de enkelte anlæg. Barrieren er efter Dansk Akvakulturs vurdering ikke kun manglende viden/alternativer, men også i væsentlig grad manglende formidling og praktisk implementering af nuværende teoretiske viden på de enkelte akvakulturanlæg.

FORMÅL

Projektets formål var:

At optimere arbejdsmiljøet for akvakulturbrugere

- Gennem oprettelse af et netværk af aktører, der besidder såvel teoretisk som praktisk viden om udfasning af formalin på danske akvakulturbrug
- Ved at gøre viden brugbar og mere tilgængelig for alle danske akvakulturbrugere
- Ved at identificere barrierer for formalinsubstitution og søge praktiske løsninger for disse barrierer

Netværket vurderes at kunne bidrage inden for arbejdet med at nedbringe forbruget af formalin og understøtter hermed [Dansk Akvakulturs målsætning](#) på området.

ORGANISERING

Projektet "Netværk for formalinudfasning" er gennemført i årene 2013 – 2015 med et budget på ca. 1,4 mio. kr. Fødevareministeriet og EU har gennem den Europæiske Fiskerifond deltaget i finansieringen af projektet. Dansk Akvakultur har gennemført projektet i samarbejde med DTU Aqua, de praktiserende fiskedrylæger, Pumpegruppen A/S samt en række akvakulturanlæg: Tingkærvad Dambrug, Staulund Dambrug,

Hornbæk Dambrug, Gelsbro Dambrug, Nr. Vium Dambrug, Sig Fiskeri, Hallundbæk Dambrug, Løvlund Dambrug, Lundby Fiskeri, Kærhede Dambrug, Sdr. Karstoft Dambrug, Åbro Dambrug, Kongeåens Dambrug og Steensgård Åleopdræt.

PRAKTISKE INDHOLD, RESULTATER OG KONKLUSIONER

Der er i projektet gennemført følgende arbejde og opnået følgende resultater.

Netværksdannelsen

Der findes i Danmark tre specialiserede praktiserende fiskedrylæger, som daglig varetager al diagnostik, behandling af og rådgivning om fiskesygdomme på de danske akvakulturanlæg. Disse drylæger fungerer i vid udstrækning som vidensbank og flytter kontinuerlig viden fra anlæg til anlæg. De praktiserende fiskedrylæger har derfor en afgørende rolle for udbredelse af praktisk kendskabet til alternativer til formalin.

DTU Aqua, Institut for Akvatiske Ressourcer har gennem de seneste 10 år arbejdet intensivt med problemstillingen at finde alternativer til formalin. Instituttet har genereret megen ny viden om forskellige hjælpestoffers omsætning i og betydning for vandmiljøet internt i fiskeopdræt med primær fokus på regnbueørreden.

Dansk Akvakulturs veterinærkonsulent har arbejdet med formalin-problematikken gennem mere end 10 år. Gennem praktiske forsøg på dambrugene og deltagelse i flere projekter med fokus på formalinsubstitution er der opnået en stor viden om brugbare alternativer og barrierer. Dansk Akvakulturs ålekonsulent besidder stor indsigt i driften og sygdomsforebyggelsen på danske åleanlæg. Dansk Akvakultur er interesseorganisation for mere end 90 % af de danske fiskeopdrættere. Foreningen sender månedlige Nyhedsbreve ud til medlemmerne, arrangerer medlemsmøder, temadage og lignende. På denne måde har foreningen en central position som mellemlid mellem forskere, myndigheder og fiskeopdrætterne.

Fiskeopdrætterne er naturligvis de mest centrale i formalinsubstitutions problematikken. Det er på de enkelte anlæg, at formalin-substitutionen skal implementeres. Dette under hensyntagen til mange forskellige forhold, eksempelvis anlægsdesign, fiskearter, lokal vandkvalitet, miljøgodkendelse, risiko for fisk, arbejdsmiljø og ikke mindst produktionsøkonomi. Gennem de seneste 10 år har det vist sig, at hastigheden af og måden hvorpå arbejdet med formalinsubstitution foregår i høj grad afhænger af den enkelte anlægsejers/ansattes motivation og risikovillighed. Der er således store forskelle i hvor langt, man er nået på de enkelte anlæg.

Formålet med projektet var at bringe ovenstående aktører sammen i et netværk, hvor det tilstræbes at informationer, ny viden og erfaringer udveksles i så høj grad som mulig. Indledningsvis blev alle praktiserende fiskedrylæger, Dansk Akvakulturs relevante konsulenter og DTU Aqua's ekspert på området samlet i én projektgruppe. Der blev aftalt løbende gensidig information og med baggrund i de involveredes erfaringer blev der udpeget 13 fiskeopdrætsanlæg, som i projektperioden skulle tilkobles netværket. De 13 fiskeopdrætsanlæg blev udpeget så de fleste danske anlægstyper (jorddamme, model 1, model 3, intensiv recirkulering) var repræsenteret under bred hensyntagen til repræsentation af forskellige aldersgrupper (avl-sanlæg, klækkeri, sættefisk, portionsfisk) samt arter (regnbueørred og ål). Under udvælgelsen blev der lagt vægt på at inddrage både anlæg, der allerede tidligere har arbejdet intensivt med alternativer til formalin, og anlæg hvor formalinsubstitution ikke hidtil har haft stor prioritet.

Undervejs blev også Pumpegruppens doseringspumpe-ekspert tilknyttet netværket.

Midtvejs i projektperioden blev der afholdt et møde, hvor alle deltagerne i netværket blev inviteret. Dette møde blev anvendt til præsentation af forskningsresultater, samt generel videns- og erfaringsudveksling.

Afslutningsvis i projektet blev der afholdt en temadag, som blev anvendt til ikke blot at informere hinanden internt i netværket, men også til at formidle resultater og erfaringer ud til andre interessenter, herunder andre fiskeopdrættere, forskere og fiskeopdrætskonsulenter.

Samlet set kan det konkluderes:

- At Netværksdannelsen forløb uproblematisk. Der er under hele projektperioden genereret megen ny viden, som hurtigt er blevet delt internt i netværket. Netværket vil uden tvivl bestå også efter, at projektet er afsluttet.

Doseringspumper

Hjælpestoffer er gennem mange årtier traditionelt blevet tilsat opdrætsenhederne som batch dosering. Altså en mængde (formalin, blåsten, kloramin T eller lign), der nøje er afmålt i forhold til rumfanget af den opdrætsenheds mængde vand man ønsker at vandbehandle, og som tilsættes inden for ganske kort tid (ofte få minutter). Dette har virket særdeles godt, primært fordi alle disse lidt "ældre" stoffer har en relativt langsom omsætning i opdrætsvandet. Med introduktionen af de nyere hjælpestoffer brintoverilte og især pereddikesyre står man derimod med hjælpestoffer, som omsættes relativt hurtigt i opdrætsvand. Dette faktum giver fiskeopdrætteren en række udfordringer med over længere tid at opretholde tilstrækkelig høj koncentration af de aktive ilttingsprodukter i hele det vandområde, der ønskes behandlet. Det er derfor ofte nødvendig at tilsætte brintoverilte eller pereddikesyre over et længere tidsrum, som kan være flere timer. Mange dambrugere har forsøgt at løse dette ved at bore et lille hul i eksempelvis 25 liters dunke, der så fyldes med det ønskede hjælpestof, hvorefter stoffet så langsomt løber ud af hullet. I princippet virker dette OK, men der kan være problemer med, at doseringen ikke bliver helt konstant, og/eller at man bliver nødt til at fortynde hjælpestoffet. Sidstnævnte har, når det drejer sig om pereddikesyre, vist sig at kunne give en utilsigtet omsætning i dunken, inden stoffet løber ud af dunken. Det er således vist, at blot få timer efter opblanding med ikke sterilt vand kan op til 40 % af pereddikesyre være omsat i dunken.



Eksempler hvor hjælpestoffer tilsættes dunk med lille hul i bunden. Stoffet løber ud over typisk 1-2 timer.



En løsning på disse problemer er at anvende doseringspumper. Ud over de doseringsmæssige fordele har doseringspumper også ofte nogle indlysende arbejdsmiljømæssige fordele, herunder mindre risiko for kontakt med stofferne og mindre fysisk håndtering. I forbindelse med det nylige afrapporterede arbejdsmiljøprojektet "[Optimeret arbejdsmiljø på dambrug](#)" blev de arbejdsmiljømæssige forhold undersøgt ved anvendelsen af doseringspumper på dambrug. En af konklusionerne fra projekt var følgende:

"Projektet har vist, at brugen af forskellige doseringspumpe-løsninger har et hidtil uudnyttet potentiale på mange danske dambrug. Den teknologiske udvikling på pumpeområdet sammenholdt med pumpeløsningernes nedadgående prisleje gør at pumpeløsninger i dag er realistiske rentable investeringer på mange dambrug. Projektet har vist, at pumpeløsningerne ikke blot kan medvirke til at forbedre arbejdsmiljøet, men også at forskellige pumpeløsninger i høj grad kan medvirke til at mindske det fysiske arbejde og nedsætte den tid, der bruges i forbindelse med hjælpe-stofhåndtering."

I indeværende projekt var opgaven, derfor at undersøge om doseringspumperne også kunne optimere de vandbehandlingsmæssige resultater på fiskeopdrætsanlæggene.

Der findes i dag en lang række forskellige doseringspumper på markedet. Lige fra simple pumper, der kun kan dosere en fast mængde over et given tidsrum til meget avancerede pumper, der styres elektronisk, og som kan indstilles til mange forskellige doseringer. Når der skal vælges doseringspumpe, er der en lang række forhold, der skal tages hensyn til. Pumpen skal eksempelvis:

- være relativt præcis da stofferne tilsættes opdrætsvand med levende fisk
- være simple at håndtere
- passe til den mængde der skal doseres i en given situation
- kunne håndtere det stof der ønskes anvendt (speciel pereddikesyre stiller store krav til pumpematerialer og udluftning)

I projektets opstartsfasen blev markedet undersøgt. Med baggrund i ovenstående samt et ønske om, at doseringspumperne under projektet skulle kunne bruges i mange forskellige doseringssituationer (både små og store opdrætsenheder), skulle kunne flyttes mellem anlæg og skulle være ens på alle deltagende dambrug af hensyn til forenklet instruktion, blev det besluttet at indkøbe samme type doseringspumper, som var indkøbt under arbejdsmiljøprojektet. Det drejede sig om en relativt avanceret Grundfos pumpe kaldet DDA 30-4, som der var opnået gode erfaringer med.

Egenskaber:

- Dosering fra 10 ml – 30 l pr time
- Simpel betjening via display
- Kan blandt andet dosere ved signal (tryk på kontakt), ved forudindstillet cyklus eller på bestemt tid på dagen/ugen
- Automatisk udluftning ved gassende væsker (eks pereddikesyre)
- Indstillingen af doseringen foregår ved at angive totalmængde og den tidsperiode stoffet skal tilsættes over. Herefter sørger pumpen for, at doseringen foregår præcis med samme mængde pr tidsenhed over den ønskede doseringstid.
- Niveau-føler i dunken/tanken hvorfra væsken hentes.



Vi ønskede, at pumpen skulle indbygges i regntæt skab og være let at flytte internt på opdrætsanlægget. Der blev indhentet tilbud fra flere forskellige leverandører. Med baggrund i laveste tilbudspris blev opgaven givet til Pumpegruppen A/S.

Pumpegruppen A/S lavede i alt 8 mobile enheder, hvor en Grundfos doseringspumpe DDA 30-4 blev indbygget i regntæt skab på sækkevogn. Der blev bygget fire stk., som udelukkende var beregnet til anlæg med 220 v strømforsyning og fire stk., hvor der i skabet blev indbygget lader, 12 v batteri og omformer.



Til venstre ses skabet med pumpen øverst. Modellen her har desuden lader, omformer (fra 12 v til 220 v) og batteri. Batteriet står i bunden af skabet.

Til højre ses modellen som udelukkende kører på 220 v.



Til venstre ses sækkevognen forfra, hvor pereddikesyre-dunken fastholdes med elastik. Den blå slange er en 10 m. afgangsslange, hvor enden med modtryksventil placeres i selve opdrætsenheden.

Erfaringerne med pumperne har været gode. Generelt set har der været meget få problemer. Doseringspumperne er simple at betjene. Doseringen foregår meget præcist og der er ikke rapporteret om uønskede fejdoseringer. Opstillingen med opbygning på sækkevogn var ikke afprøvet før og Pumpegruppen A/S har løbende i projektperioden modtaget positiv og negative tilbagemeldinger om praktisk drift på dambrugene. Dette har medført en række forbedringsforslag, som enten allerede er blevet implementeret under projektet, eller som vil blive indarbejdet i kommende versioner. Under projektet viste det sig eksempelvis, at sækkevognens hjul var af en for dårlig kvalitet, O-ringe blev skiftet så de bedre

kunne håndtere pereddikesyre, gummipropper blev erstattet af plastik, og batteriet var for lille til længere tids dosering af større mængder.

Mange af de deltagende dambrugere har været særdeles godt tilfredse med doseringspumpernes vandbehandlingsmæssige resultater. Se uddybende forklaring under afsnittet "Praktisk arbejde på dambrugene".

Listeprisen for de viste løsninger er ca. 17.000 kr. for 220 volt modellen, mens modellen med lader, batteri og omformer koster ca. 25.000 kr. Det er dog her vigtigt at påpege, at den afprøvede pumpe (Grundfos DDA 30-4) er en ret avanceret pumpe, der giver akvakulturbrugeren en meget stor præcision af stofmængder samt stor fleksibilitet i valget af doseringsmængder, og tidspunkter hvori doseringen foregår. Både Pumpegruppen A/S og andre pumpeleverandører kan levere billigere pumpe-løsninger såfremt pumpe-løsningen skræddersys til den enkelte opgave på de enkelte anlæg. Den krævede fleksibilitet og præcision af doseringspumpen afspejles altså i prisen. Simple doseringspumper, som købes til konkrete opgave, kan erhverves for ca. 5000 - 8000 kr. stykket eller måske endda billigere.

Generelt set kan det konkluderes:

- At doseringspumperne ikke blot optimere arbejdsmiljøet, men også på flere områder optimerer de forebyggende og behandlingsmæssige effekter af vanddesinfektion med pereddikesyre/brintoverilte produkter.

Praktisk arbejde på akvakulturbrugene

13 akvakulturanlæg, heraf 12 dambrug med produktion af regnbueørred og 1 ålebrug deltog under projektet i det praktiske arbejde. De 12 dambrug blev udvalgt på en måde så de opnåede praktiske erfaringer kunne dække et så bredt spektrum som mulig af den danske regnbueørred produktion. Dvs. forskellige produktionssystemer med forskellige typer opdrætsenheder (jorddamme, beton, stål, glasfiber, kummer, raceways osv.), forskellige grader af recirkulering (gennemstrøm, model 1, model 3) og forskellige aldersgrupper (æg, swim-up, yngel, sættefisk og portionsfisk). Det praktiske arbejde foregik på følgende måde:

- Dansk Akvakulturs veterinærkonsulent besøgte i foråret 2014 de enkelte anlæg og orienteret generelt om formalinsubstitution herunder om baggrunden for afprøvning af doseringspumperne
- De til de enkelte dambrug tilknyttede praktiserende dyrlæger udarbejdede i foråret 2014 i samarbejde med de enkelte anlægsejere anlægsspecifikke handlingsplaner for arbejdet med formalinsubstitution
- Dansk Akvakulturs ålekonsulent udarbejdede sammen med åleanlægsejeren en plan for afprøvning af pereddikesyre i åleopdræt
- De enkelte anlæg modtog deres doseringspumper i foråret 2014
- De enkelte anlæg har i løbet af perioden fra april 2014 til juni 2015 arbejdet med forskellige metoder til formalinsubstitution. Herunder specielt med fokus på at indhente erfaringer fra doseringspumperne
- De praktiserende fiskedyrlæger har sammen Dansk Akvakulturs dyrlæge jævnligt været i kontakt med de udpegede ansvarlige personer på de forskellige anlæg
- DTU Aqua har gennemført omfattende målinger på fire af anlæggene
- Pumpegruppen A/S har undervejs serviceret de fleste af doseringspumperne
- I efteråret 2014 blev der afholdt projektgruppemøde, hvor alle akvakulturbrugsejere/driftsansvarlige blev inviteret til drøftelse om status på de enkelte anlæg
- I juni 2015 udarbejdede dyrlæger + ålekonsulent anlægsspecifikke rapporter om de samlede erfaringer i projektperioden

Der er samlet set indhentet mange erfaringer. Hovedsaglig positive men også negative.

Nedenstående gennemgås nogle af de praktiske erfaringer fra de enkelte anlæg:

Anlæg 1:

- Æg og yngel-anlæg.
- Daglige pereddikesyre behandlinger har forebygget og bekæmpet skimmel på befrugtede æg. Der anvendes typisk 25 ml Aqua Oxides pr klækkerende pr dag. Tilsættes én gang daglig enten fortyndet 1:18 som puls, eller ufortyndet over 45 minutter via doseringspumpe. Fra øjenæg-stadiet samt under og også efter klækning reduceres dosis til 10 ml Aqua Oxides pr klækkerende. Dambrugeren er meget tilfreds med resultatet.
- Der anvendes daglige støddoseringer af Aqua-Oxides med god effekt på gæller og hud.
- Der er manglende effekt overfor costia/amøber hvilket har medført flere formalin-behandlinger gennemforløbet.

Anlæg 2:

- Sættefiskanlæg med recirkulering, + mikrosigte, - biofilter.
- Her er der doseret Aqua Oxides via doseringspumpe. Dosis har været 1 ml Aqua Oxides pr m³ recirkuleret vand doseret kontinuerlig i 5 timer 3-5 gange ugentlig.
- Denne dosering har medført pæne gæller og ingen udbrud af fiskedråber, som ellers plejer at være et problem på anlægget.
- I 2014 var der kun gælleproblemer én gang, hvilket dog kunne sammenkobles med en kortvarig periode, hvor der var problemer med doseringspumpe.
- Der blev i forsøgsperioden konstateret costia-udbrud 3 gange. I alle tilfælde blev der behandlet med formalin, hvorefter problemet forsvandt.
- Den kontinuerlige dosering (5 timer 3-5 gange ugentlig) af pereddikesyre har medført væsentlig mindre brug af formalin.
- Dambruget planlægger at udvide anvendelsen af pereddikesyre vha. doseringspumpe til anlæggets andre 2 sættefisk-anlæg.

Anlæg 3:

- Sættefisk og produktions anlæg, model 3.
- Ved fiskedråberudbrud i sættefiskene, blev der med god effekt doseret kontinuerligt, 1 ml pereddikesyreprodukt per løbende m³. Dosering kørte i 8 timer, nogle gange lidt længere, og der var rigtig god effekt. Fiskene blev mere friske og dødeligheden var minimal.
- Pumpen er også brugt til punkt-doseringer i produktions anlægget, specielt ved beskidt vand fra bæk, eller efter rensning af filtre.
- Vurderingen af desinfektionen er helt klart positiv. Der er lavere dødelighed i sættefiskene og der er mindre skidt og begroinger på riste og sider.
- Der er helt klart nedgang i formalinforbruget, specielt ved fiskedråber-udbrud i sættefisk anlægget.
- Holdningen til pumpen og doseringsmetoden er meget positiv, og det er helt klart indtrykket, at det er forbedring af vandkvaliteten, der er udslagsgivende for de gode erfaringer.

Anlæg 4:

- Sættefisk og produktionsanlæg.
- Der blev forsøgt kontinuerlig dosering af pereddikesyre med doseringspumpe.
- Dosering: 1 ml pereddikesyreprodukt/løbende m³. Dosering kørte i 8 timer.

- Dambrugeren var ikke tilfreds med resultatet og gik hurtigt tilbage til støddosering med pereddikesyreprodukter.

Anlæg 5:

- Sættefisk og produktionsanlæg, model 3.
- Dambruget arbejder intensivt med formalinsubstitution.
- Bruger både brintoverilte og pereddikesyre som alternativer.
- Har i projektperioden brugt doseringspumpen til at dosere pereddikesyre i sættefiskanlægget.
- Der bruges oftest en dosis på 1 ml/løbende m³ i ca. 8 timer dagligt.
- Doseringspumpen bruges generelt til at forbedre vandkvaliteten.
- Der bruges dog fortsat formalin i tilfælde af alvorlige gælleinfektioner.
- På trods af at der arbejdes intensivt med formalinsubstitution er forbruget af formalin i øjeblikket ikke faldende.
- Forbruget af formalin ligger dog på et relativt lavt niveau sammenlignet med andre model 3 anlæg.

Anlæg 6:

- Produktionsanlæg, model 3.
- Kontinuerlig dosering af pereddikesyre vha. doseringspumpe anvendt i runde tanke i sommerperioden 2014.
- Dosis: 1 ml/løbende m³ i ca. 8 timer dagligt.
- Der blev set en bedring i vandkvaliteten.
- Ingen gællelidelse i forsøgsperioden, men dette var der heller ikke i kontroltanke.

Anlæg 7:

- Økologisk anlæg med gennemstrømsjorddamme.
- Der blev i sommeren 2014 forsøgt at sammenligne kontinuerlige dosering med støddoseringer.
- Dosis i den kontinuerlige dosering var 1 ml/m³ frisk vand i 16 timer dagligt.
- Resultatet var, at der ikke var nogen synlig forskel mellem dammen med kontinuerlig dosering sammenlignet med damme med støddosering.

Anlæg 8:

- Økologisk anlæg. Jorddamme med recirkulering og central biofilter.
- Her blev der vha. doseringspumpen forsøgt at forbedre vandkvaliteten i hele anlæggets produktionsvand ved at dosere pereddikesyre i anlæggets centrale fødekanal.
- Anlæggets driftsansvarlige er forholdsvis tilfreds med effekten, men der må jævnligt suppleres med støddoseringer med pereddikesyre i de enkelte damme.

Anlæg 9:

- Traditionelt gennemstrømsjorddamme med kummehus.
- Dambrugeren har brugt to doseringspumper.
- I kummehuset behandles dagligt hele den indkomne vandmængde (bækvand). Dosis er ca. 1 ml pereddikesyreprodukt pr løbende m³ i 8 timer.
- I jorddamme er den kontinuerlige dosering anvendt ved både fiskedræber og gælleamøber angreb.
- Der er anvendt doser helt op til 5-7 ml eddikesyreprodukt pr m³ frisk indtaget vand i 6-8 timer.

- Ved udbrud af gælleamøber kan forbruget af formalin nedsættes (fra 3 til 1 behandling) og ved udbrud af fiskedræber kan formalin nu ofte helt undgås.
- Dambrugeren er meget positiv over for brugen af doseringspumpen, og overvejer nu indkøb af pumpe nummer tre.

Anlæg 10:

- Produktionsanlæg, model 1 anlæg med raceways, der anvendes å-vand.
- Har i hele forår og sommer 2014 brugt doseringspumpen i én af produktionsenhederne.
- Dosis har været 1 ml Aqua Oxides pr løbende m³ recirkuleret vand i 5 timer 5 gange om ugen.
- Der er i behandlingsperioden i 2014 konstateret udbrud med Costia én gang, hvor behandling med formalin var nødvendig.
- Der er i behandlingsperioden 2014 konstateret ét udbrud af formalin-behandlingskrævende gælleinfektionsudbrud, dette var i forbindelse med lavgradig fiskedræber infektion.
- I 2015 er pumpen igen anvendt i forår og forsommeren. Igen med gode resultater.
- Erfaringerne med den kontinuerlige tilførsel af pereddikesyre har været rigtig gode og pumpen har også her fungeret problemfrit.
- Personalet er positivt overrasket over effekten af pereddikesyre og ser denne behandlingsform som meget nem at implementere på grund af den minimale arbejdsindsats den kræver.
- Forbruget af formalin har været væsentligt mindre i 2014 i forsøgsenheden sammenlignet med de andre enheder.
- Den generelle sundhedstilstand og produktionsresultatet i enheden var god i betragtning af den varme 2014-sommer og infektionen med fiskedræbere.

Anlæg 11:

- Produktionsanlæg, model 3
- Har i sommeren 2014 brugt doseringspumpe i én af produktionsenhederne.
- Dosis har været 1 ml Aqua Oxides pr løbende m³ recirkuleret vand i 8 timer 4 gange om ugen.
- Gællerne er ved mikroskopi fundet rimeligt pæne gennem størstedelen af forsøgsperioden med undtagelse af et tilfælde af bakteriel gælleinfektion.
- Der blev i perioden diagnosticeret fiskedræbere flere gange, hvilket har resulteret i let tilslimede gæller.
- Fiskedræbere er behandlet med formalin i de uger, hvor problemerne var størst.
- Antallet af fiskedræbere er ved mikroskopiske undersøgelser vurderet til at være få til moderate i antal.
- Samlet set er erfaringerne på dette anlæg er, at fiskedræbere i vid udstrækning kan holdes nede ved brug af pereddikesyre, således at behandling med formalin kun er vurderet nødvendig i få tilfælde.
- Det skal bemærkes, at der kun er behandlet 4 dage om ugen med pereddikesyre. En øget behandlingsfrekvens kunne muligvis have haft yderligere gavnlig effekt over for fiskedræberne.
- Forbruget af formalin har været mindre i 2014 i forsøgsenheden sammenlignet med anlæggets andre enheder.

Anlæg 12:

- Produktionsanlæg, model 3.

- På dette anlæg blev det forsøgt anvende kontinuerlig pereddikesyre-tildeling 24 timer i døgnet i én måned.
- Dosis var 0,5 ml Aqua Oxides pr m³ i ca. 30 dage.
- Dambrugeren vurderer, at vandkvaliteten ikke var anderledes i den doserede enhed sammenlignet med dambrugets øvrige produktionsenheder, hvor der i samme perioden blot blev anvendt støddosering af pereddikesyre.

Anlæg 13

- Åleanlæg, indendørs intensiv recirkulering.
- Her blev det forsøgt at anvende langtidsdosering med pereddikesyre som forebyggelse mod *Pseudodactylogyrus*.
- Anvendt dosering 1 ml pereddikesyreprodukt pr m³ frisk vand.
- Blot efter få timers tilsætning reagerede ålene negativt, blev urolige, stoppede med at æde og begyndte at lægge sig i udløbsbakken.
- Forsøget blev herefter straks stoppet.
- Forsøget har vist at ål er vanskelige at behandle med langtidsbehandlinger.
- Selv ved meget lave koncentrationer som pereddikesyre vil ålene reagere negativt.
- Vi står desværre stadig med formalin som eneste effektive behandlingsform.

Samlet set har det praktiske arbejde på anlæggene været meget positiv. Arbejdet har vist nye løsninger men også samtidig pin-pointet de områder vi i de kommende år skal arbejde videre med.

Ud fra det praktiske arbejde kan vi blandt andet konkludere:

- Anvendelsen af doseringspumper har på mange anlæg vist sig som værende særdeles positivt.
- Ud over de åbenlyse arbejdsmiljømæssige fordele ved doseringspumperne har pumperne også på mange anlæg været medvirkende til at optimere vandkvaliteten og derigennem nedsætte behovet for formalin.
- Der er dog stadig store udfordringer mht. til at fastlægge den korrekte dosering.
- Anvendelse af pereddikesyre skal tilpasses det enkelte anlægs opdrætsenheder, drift og ikke mindst vandkvalitet.
- Fiskedræber kan i de fleste tilfælde forebygges og behandles effektivt med pereddikesyre.
- Der er stadig store udfordringer med at finde alternativer til formalin når det drejer sig om gælleamøber- og costia-infektioner.
- Motivation hos de enkelte anlægsejere er afgørende i arbejdet med at udfase formalin på det enkelte anlæg.

Temadag

Som en del af projektets formidling blev der i juni måned 2015 afholdt en temadag om formalinsubstitution. Temadag faglige indhold bestod af indlæg fra medlemmerne af det etablerede netværk. Dvs. indlæg fra Dansk Akvakulturs veterinærkonsulent, de praktiserende fiskedrylæger, DTU Aqua - Institut for Akvatiske Ressourcer og deltagende dambrugere. Herudover var der indlæg fra Pumpegruppen A/S og KU SUND. Sidstnævnte var indbudt for at fortælle om tidligere projekters resultater om pereddikesyres/brintoveriltes effekter overfor forskellige parasitter, mens de øvrige indlæg omhandlede baggrund for dette projekt og dets resultater. Temadagens program ses i bilag 2.

DTU Aqua forsøg på dambrug

Baggrund og formål med undersøgelserne

Pereddikesyreprodukter tilsættes i små mængder, typisk få ml pr. kubikmeter. Koncentrationen af den aktive del – pereddikesyre - er ikke til at måle med sticks eller andet enkelt måleudstyr, og derfor er det vanskeligt at vurdere hvordan en given vandbehandling forløber.

Pereddikesyre reagerer kraftigt og forbruges hurtigt når det kommer i kontakt med organisk materiale. Omsætningen af pereddikesyre har betydning for opretholdelse af koncentrationen. Hvis omsætningen er høj forbruges pereddikesyren hurtigt og effektiviteten vil være nedsat. Omvendt vil en langsom omsætning indebære at pereddikesyre bliver i anlægget i længere tid og i princippet kan ophobes ved langvarig dosering. DTU Aqua bidrog med at lave målinger af den faktiske pereddikesyre koncentrationen i forbindelse med vandbehandling på nogle af deltagende dambrug. Dette blev gjort for at opnå ny viden og for at dokumentere hvordan pereddikesyren fordeler sig og omsættes på de enkelte anlæg.

Ved at måle på dambrugene blev følgende spørgsmål undersøgt:

- Hvordan fordeles pereddikesyren (opblandingsforhold; automatisk og støddosering)?
- Hvor længe bliver det i anlægget (omsætning – ophobning)?
- Hvordan påvirker det ilt, pH og alkalinitet?
- Hvordan reagerer fiskene på vandbehandlingen?
- Kan det påvirke biofiltret og dermed forringe vandkvaliteten?
- Hvordan påvirkes styrken af pereddikesyre produkterne ved lang tids opbevaring

Metode

Målingerne foregik ude på dambrugene, hvor laboratorieudstyr blev medbragt, så analyserne kunne laves på stedet umiddelbart efter prøvetagning (< 2 minutter).

Der blev målt på forskellige typer af dambrug (Tabel 1) hvor vandbehandlingerne omfattede støddosering, kortvarig dosering via beholdere (få timer) og kontinuerlig dosering (fra 8-10 timer til flere dage). To af dambrugene var recirkulerede anlæg med biofiltre, og her blev mulige effekter af pereddikesyre på ammonium og nitritfjernelsen også undersøgt.

Tabel 1. Oversigt over dambrug hvor der blev lavet målinger af pereddikesyre med henblik på at måle de faktiske koncentrationer, fordelingen af pereddikesyre samt effekt på ilt og pH.

Deltagende dambrug	Anlægstype	Type af dosering	Bilag
Hornbæk Dambrug	Klækkeri, yngel-og sættefisk-anlæg	Kort puls/dagligt manuel/automatisk	1A
Staulund Dambrug	Traditionelle jord-damme	Stød dosering plus doseringspumpe (8-12 timer)	1B
Løvlund Dambrug*	Model 1 sættefisk og portionsfisk	Dosering med dunk plus doseringspumpe (fra 1 til 8 timer)	1C
Kongeaens Dambrug*	Model 3 portionsfisk	Dosering med dunk og doseringspumpe (5 timer til 30 dage)	1D

*anlæg med biofilter; undersøgelserne af pereddikesyre på ammonium og nitrit fjernelsen (nitrifikation)

I praksis blev undersøgelserne lavet ved at udtage vandprøver fra veldefinerede områder i anlæggene. Vandprøverne blev dels målt direkte til bestemmelse af pereddikesyre-koncentrationen, dels konserveret

og gemt til bestemmelse af vandets beskaffenhed (ammonium, nitrit, nitrat, alkalinitet og indhold af organisk stof. Ved målingerne blev vandets temperatur, iltkoncentration og pH registreret ved brug af Hach Lange håndmåleudstyr.

Resultater

Fordeling, opblanding og ophobning af pereddikesyre

Målingerne på anlæggene gav en række praktiske oplysninger om fordelingen af pereddikesyre ved forskellige doseringsformer. På Hornbæk dambrug viste undersøgelserne, at manuel dosering af pereddikesyre stort set gav identisk resultat sammenlignet med central dosering (Fig. 1).

Resultaterne viste, at automatiseringen giver en sikker dosering, at omsætningen fra dosering til udløb var beskeden (rent vand; lavt COD-indhold) og at der ikke skete nogen ophobning i anlægget efterfølgende (Bilag 1A).

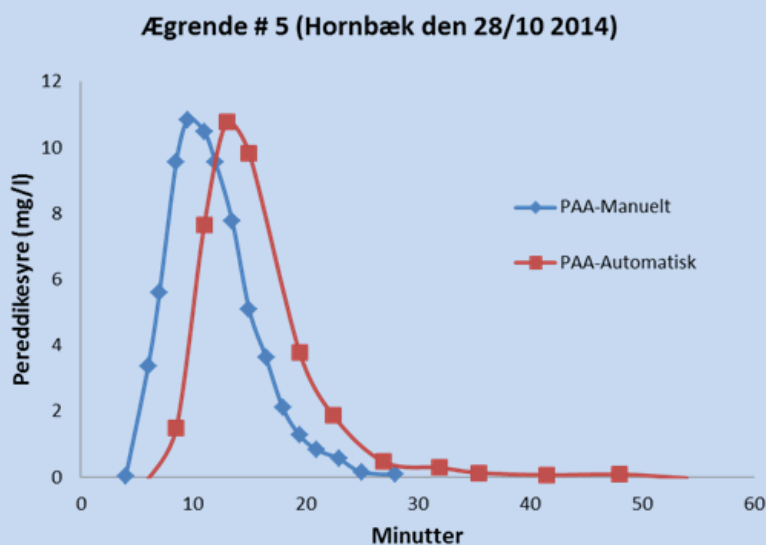


Fig. 1. Koncentrationsforløb af pereddikesyre målt i udløbet af en klække-rende i ved henholdsvis manuel tilsætning ved indløbet og automatisk tilsætning i føderøret med central doseringspumpe. NB: Det bemærkes, at dosering er meget kraftig (11 ml opløst opløses i spand og tilsættes rende med volumen på ca. 150 l).

Fordelingen og opblandingen af pereddikesyre i en jorddam ses af figur 2. Her blev en konstant mængde (1,8 dl/time til et vandskifte på 7 l/s) pereddikesyre tilført til indløbsmunken med doseringspumpe fra klokken 9. Koncentrationsforløbet af pereddikesyre blev fulgt ned i gennem dammen over nogle timer, hvor et tydeligt fald blev målt. Den forventede opblandingskoncentration er på 1,1 mg/l, og det ses at den mængde er reduceret med 80-90 inden det nåede udløbet.

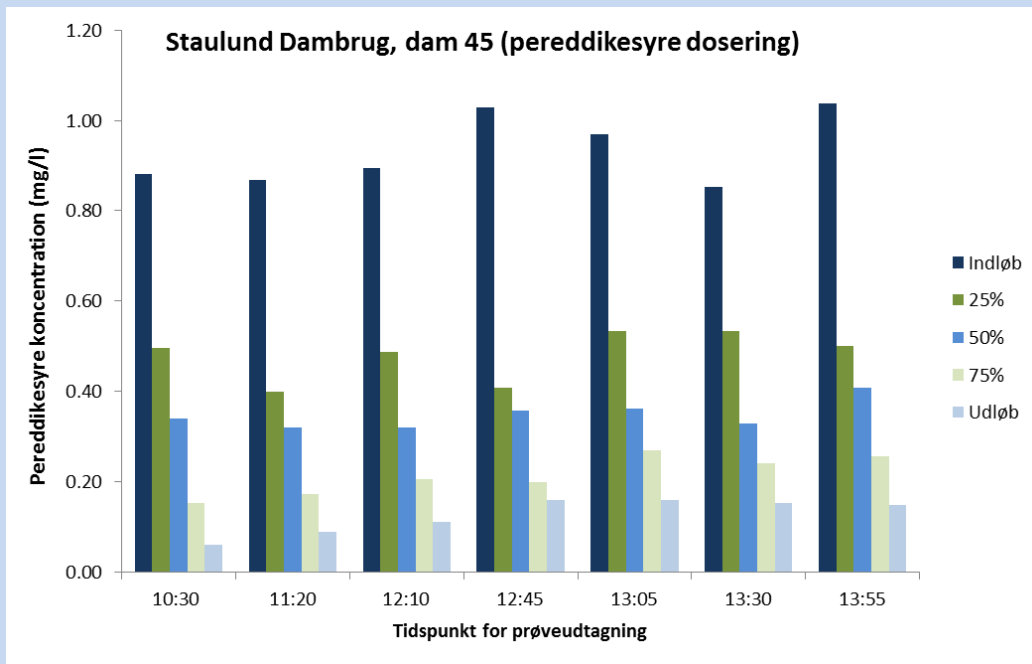


Fig. 2. Koncentration af pereddikesyre i jorddam ved kontinuerlig dosering (Bilag 1B).

På Løvlund Dambrug viste forsøg med automatisk dosering af pereddikesyre at opblandingen var uens. Doseringsstedet medførte at fordelingen blev skæv, så 2 af anlæggets 8 raceways modtog væsentlig større mængder af det aktive stof. Det ses af samme figur at der blev omsat pereddikesyre i anlægget, svarende til forskellen mellem ind- og udløbskoncentrationerne. Brug af dunke med hul i bunden blev også brugt til dosering af pereddikesyre, og gav et tilfredsstillende resultat (Bilag 1C). I begge tilfælde blev der ikke observeret ophobning af stoffet over tid.

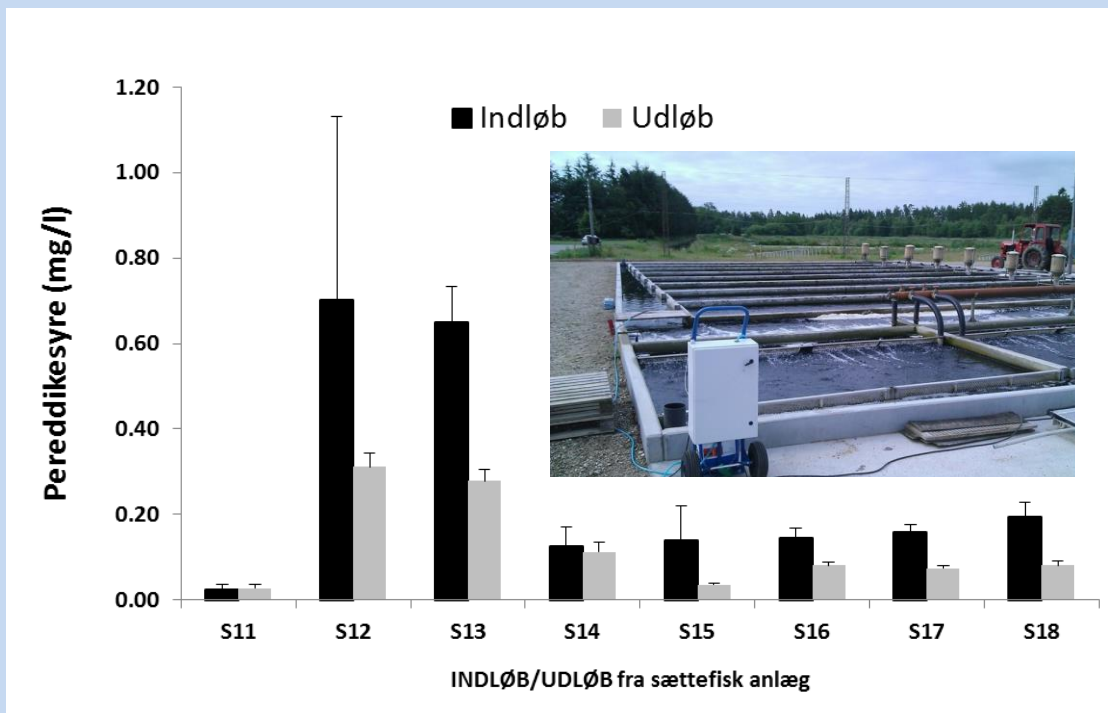


Fig. 3. Gennemsnitlige pereddikesyre-koncentrationer målt over 4 timer i sættefisk-anlæg med 8 raceways.

På Kongeåens Dambrug blev manuel pereddikesyre dosering (beholder med 40 liter pereddikesyre der tilføres over en periode på 6-8 timer) undersøgt og sammenlignet med kontinuerlig dosering (1.4 l/time). Figur 4 viser resultaterne heraf; dosering i baljen giver højere og mere spredte koncentrationer mens kontinuerlig dosering giver en mere ensartet dosering. Det ses af begge sæt målinger at pereddikesyre omsættes fra dosering til slutningen af raceway-sektionerne men at stoffet "når med rundt". Der sker ikke nogen opbygning over tid for begge typer af tilsætning (Bilag 1D).

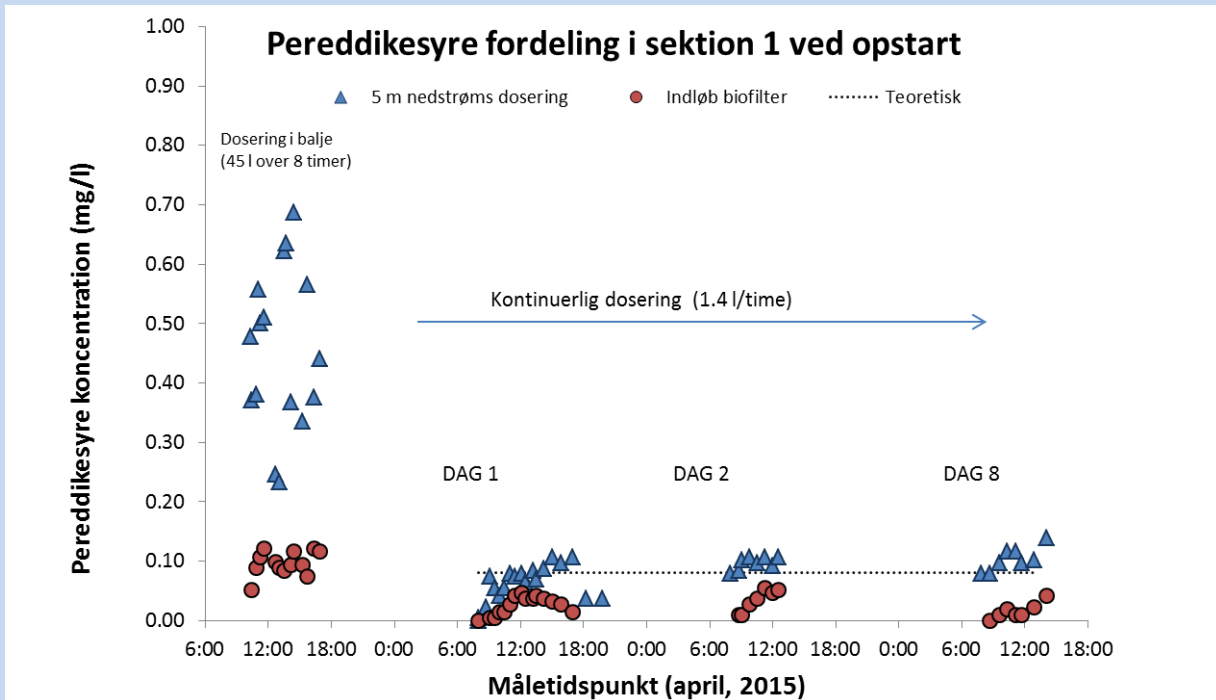


Fig. 4. Målinger af pereddikesyre-koncentrationer i opdrætsenhed på et model 3 dambrug. De blå data punkter er målinger foretaget umiddelbart nedstrøms doseringsstedet (indløb til den første af 4 raceways), mens de røde data er målt i udløbet fra raceway 4 (indløb til biofiltret).

Effekt af pereddikesyredosering på ilt, pH og alkalinitet

Pereddikesyreprodukter er syrestabiliserede og kan derfor føre til et pH-fald ved dosering. Jo kraftigere støddosering, desto større fald i vandets pH kan der måles. På Hornbæk dambrug blev der i indløbet til en behandlet kumme målt et kortvarigt (< 2 minutter) fald i pH fra pH 8,1 til pH 7,3; i udløbet fra dammen var udsvinget mindre (0,2 pH enheder) men varede lidt længere (Bilag 1A). Støddosering på Staulund Dambrug viste ligeledes et kortvarigt fald på 0,3 pH enheder målt 2 meter nedenfor indløbet i en jorddam (Bilag 1B). Ved kontinuerlig-pereddikesyre dosering og høj grad af recirkulation kan dele af vandets bufferkapacitet forbruges. Dette vil kunne ses som et fald i pH, og kan i anlæg med lav alkalinitet medvirke til en mindre effektiv ammonium og nitrit omsætning.

Vandets iltindhold kan påvirkes af vandbehandling med pereddikesyre. Rent kemisk vil der frigøres en mindre del ilt når brintoverilten nedbrydes til vand og ilt hvilket vil hæve vandets iltkoncentration. Samtidig vil fiskenes eventuelle adfærdssændringer (flugt og øget aktivitet) dog betyde at der optages mere ilt hvilket ses som et fald i iltkoncentrationen i vandet. Dette ses ved logning af iltkoncentrationen ved en vandbehandling på Hornbæk Dambrug, hvor kraftig dosering af pereddikesyre og høj fisketæthed medførte et forbigående fald i iltkoncentration på ca. 20 % iltmætning (Bilag 1A). Indløbskoncentrationen forblev på 110-115 % relativ iltmætning samtidig med udløbskoncentrationen fald fra 95-100 % ned til 80 % relativ iltmætning over en periode på 10 minutter (Bilag 1A).

Fiskenes reaktion på vandbehandling med pereddikesyre

Fiskene reagerer forskelligt på anvendelsen af pereddikesyre. Der er rapporteret om adfærdsmæssige forskelle mellem arter (ørred vs. laks), fersk- og saltvand, størrelsen af fiskene og graden af tilvænning. Ved undersøgelserne blev der observeret tydelige adfærdsmæssige reaktioner hos fiskene, men i et enkelt tilfælde udeblev reaktionen (Bilag 1B).

Dyrlægerene anbefaler eksempelvis at tilvænning til stoffets smag/duft med fordel kan gøres inden en eventuel vandbehandling skal finde sted.

Ingen effekt af pereddikesyre på biofiltret

Forsøg i laboratoriet har før vist at doser på over 2 mg pereddikesyre /l kan hæmme biofiltrets kvælstofomsætning, især nitrit-omsætningen. Ved at måle ammonium og nitrit i vandprøver fra indløb til og afløb fra biofiltret på Løvlund blev det slået fast at den givne pereddikesyre dosering ikke hæmmende omsætningen af hverken ammonium eller nitrit (Bilag 1C). Forsøgene på Kongeåens dambrug viste ligeledes at ammonium og nitrit omsætningen forløb på samme niveau før og under den kontinuerlige dosering med pereddikesyre.

Som nævnt kan tilsætningen af pereddikesyre føre til pH fald ligesom det aktive stof kan inhibere bakterier. Således kan en forkert støddosering, for eksempel for tæt på indløbet til et biofilter være ødelæggende for biofilterets funktion. Ved normale driftsbetingelser tyder det dog på at pereddikesyre-dosering i relativt lave doser (1 ml/m³/time) ikke hæmmer biofiltret. Dels er koncentrationen lavere, biofilmen tykkere og mere robust og dels er puljen af organisk materiale relativt høj.

Fald i styrke over tid for alle målte pereddikesyreprodukter

Der blev i projektet målt på koncentrationen af pereddikesyre og brintoverilte i fire forskellige handelsvarer. Dunkene blev åbnet den 17/1 2014 og herefter opbevaret på en palle i et recirkuleret anlæg under tag. Hen over et halvt år blev koncentrationen i de fire produkter analyseret (Fig. 5). For alle produkterne blev der målt et svagt fald i pereddikesyre-koncentrationen (fra 1,7 til 3 % tab/måned) og mindre for brintoverilte (fra 0 til 1.9 % tab/måned) over en halv års periode.

En af de deltagende dambrugere omhældte pereddikesyre fra en palletank til 25 liters dunke. Analyser af prøver fra begge beholdere viste en beskeden omsætning som følge heraf (18,8% i palletank; 18 % styrke i dunk). Afgørende for at bevare produktets styrke er at undgå forurening og sammenblanding med andre stoffer/metaller.

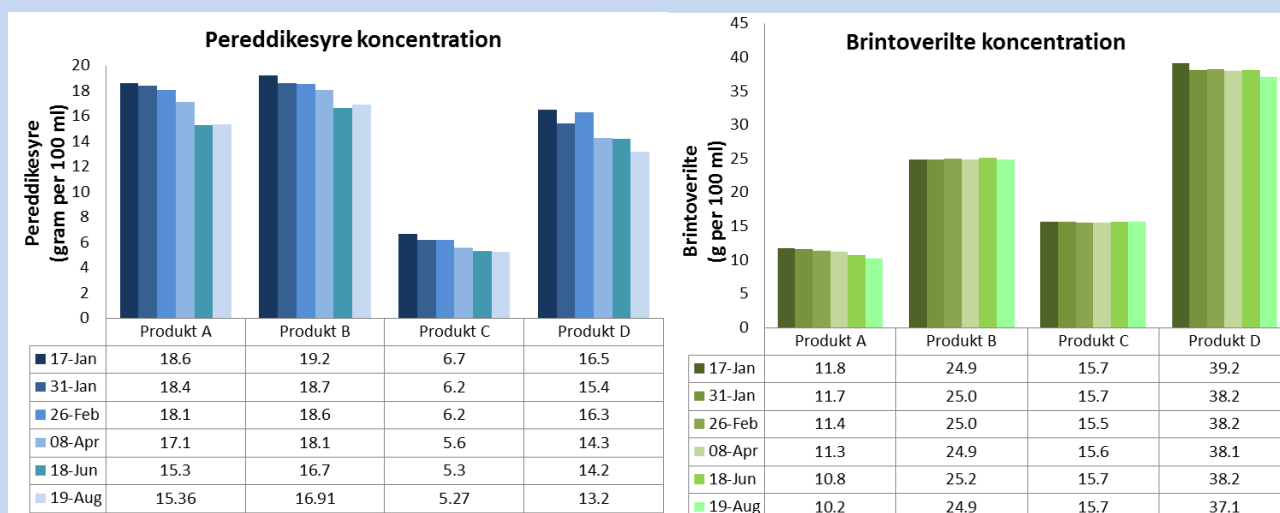


Fig. 5. Måling af pereddikesyre og brintoverilte koncentration i fire forskellige handelsvarer/produkter der anvendes på det danske marked.

Konklusioner

Overstående undersøgelser viste at

- Automatisering fungerer fortrinligt i anlæg med rent vand
- Ingen ophobning af pereddikesyre ved kontinuerlig dosering
- Ingen umiddelbar negativ effekt af pereddikesyre-dosering på biofiltrenes kvælstofomsætning
- Simple løsninger (dunke, drypspande) fungerer fint som alternativ til støddosering og automatisk dosering
- Fiskene reagerer (som regel) kraftigt på pereddikesyre dosering; den øgede aktivitet kan kortvarigt medføre betydelig fald i vandets iltindhold.
- Støddosering kan medføre lokalt, kraftigt fald i pH; dette undgås ved at dosere over en længere periode.
- Undersøgelserne viste at de doserede mængder pereddikesyre (~1 ml produkt/m³ cirkulations-flow) ikke gav anledning til målbart fald i vandets alkalinitet.
- Pereddikesyre produkter taber styrke ved længerevarende opbevaring.

GENEREL KONKLUSION OG PERSPEKTIVERING

Projektet har gennem etableringen af netværket styrket indsatsen for at finde alternativer til formalin. Både på kort og længere sigt. Arbejdet med formalinsubstitution har nu gennem mere end 10 år vist, at der desværre ikke findes nogen lette løsninger. Der er ikke udsigt til, at der inden for nær fremtid kommer brugbare antiparasitære lægemidler til fisk på markedet, og blandt de eksisterende biocider har formalin nogle egenskaber, der gør det svært at finde alternativer med lignende egenskaber. For nuværende er de bedst egnede kandidater inden for regnbueørredopdræt i Danmark brintoverilte og pereddikesyre. Disse stoffer har i laboratoriet vist stor effektivitet overfor forskellige fiskeparasitter samtidig med, at stofferne besidder gode antibakterielle egenskaber. Stofferne er også acceptable arbejdsmiljømæssigt set. Sidst men ikke mindst er det helt afgørende, at brintoverilte og pereddikesyre er gode miljømæssigt set, idet stofferne hurtigt kan omsættes internt på fiskeopdrætsanlæggene, og at omsætningsprodukterne er relative simple og ufarlige. Det er dog desværre også netop denne forholdsvis hurtige omsætning, som gør at vandbehandling med stofferne er svære at implementere på de enkelte anlæg. Måden hvorpå man skal bruge brintoverilte og pereddikesyre afhænger således i høj grad af formålet, og doseringen er meget afhængig af opdrætsanlægget konstruktion og vandkvalitet. For at opnå de ønskede effekter skal der eksempelvis tages hensyn til vandets indhold af organisk materiale, pH, biofilter, evt. recirkuleringsgrad, temperatur, fisketæthed, økonomi m.m. Dette samtidig med at man naturligvis ikke må opnå koncentrationer, som påvirker fiskene negativt. De nævnte forhold gør, at det ofte kræver en meget stor motivation, indsats og indsigt på de enkelte opdrætsanlæg for at opnå succes med pereddikesyre/brintoverilte. Dyr læger og andre rådgivere på området kan desværre ikke blot rådgive om, at man skal bruge én konkret dosis. Man kan kun give grove retningslinjer, som den enkelte akvakulturbruger herefter selv skal arbejde videre med på de konkrete anlæg. Samarbejde mellem dyrlæger, konsulenter, forskere og ikke mindst slutbrugerne, altså akvakulturbrugere, er i denne situation helt afgørende for at opnå de ønskede resultater.

Projektet har medført at en lang række nye akvakulturbrugere nu arbejder med formalinsubstitution på deres konkrete anlæg. Og der er skabt nye/forbedrede samarbejdsrelationer mellem opdrættere, dyrlæger, konsulenter og ikke mindst forskerne på DTU Aqua. DTU Aqua's resultater i dette projekt har givet ikke blot rådgiverne, men også de enkelte akvakulturbrugere en langt bedre forståelse af, hvorfor pereddikesyre har effekt i nogle situationer, men ikke i andre.

Afprøvningen af doseringspumperne har generelt været en stor succes. Ikke blot arbejdsmiljømæssigt men også behandlingsmæssigt. Doseringspumperne medvirker til, at der kan doseres meget præcis over læn-

gere tid, hvilket man især i forbindelse med anvendelse af pereddikesyre kan drage stor nytte af. Det forudses at doseringspumper på mange anlæg fremadrettet vil blive en hel naturlig del af hjælpestofhåndteringen.

Projektet har dog også vist, at vi i de kommende år stadig har nogle stor udfordringer på området. Ud over arbejdet på de enkelte akvakulturanlæg udestår der stadig et forskningsbehov på en række helt specifikke områder. Her kan blandt andet nævnes følgende:

- Effektiv behandling af gælleamøber, herunder forskning omkring amøbens livscyklus hos regnbueørred i ferskvand
- Effektiv behandling af costia (*Ichthyobodo necator*) under praktiske forhold på akvakulturanlæg-gene
- Fastlæggelse af pereddikesyre/brintoverilte koncentrationer i forbindelse med praktisk vanddesinfektion på danske akvakulturanlæg og koncentrationens betydning for vandkvaliteten
- Udvikling af simple målemetoder til on-site bestemmelse af pereddikesyre-koncentrationer på akvakulturbrug
- Kombinationsbehandlinger af brintoverilte og pereddikesyre

BILAG 1A

Måling af pereddikesyre fordeling og koncentration i yngel-anlæg (Hornbæk Dambrug, den 28/10, 2014).

Sted: Hornbæk Dambrug, Årupvej 55, 9670 Løgstør

Formål: at måle pereddikesyre (PAA) koncentrationen i en klækkerende, tank og kummer ved støddosering og automatisk dosering. At måle og logge ilt og pH i forbindelse med vandbehandling i kummerne, og udtage vandprøver rundt på anlægget til bestemmelse af opløst og total COD, ammonium, nitrit og nitrat.

Baggrund: I forbindelse med projektet om formalin og bedre arbejdsmiljø og projekt "Formalin netværk" og er der på Hornbæk Dambrug opsat udstyr til automatisk dosering af pereddikesyre. Pereddikesyren anvendes som et alternativt hjælpepestof til formalin til kontrol af skimmel og parasitter. Pereddikesyre produkter (først Divosan, sidenhen Aqua Oxides Super) er over en årrække blevet anvendt med god succes på Lundby og Hornbæk Dambrug.



Figur 1. Hornbæk Dambrug med 30 klækkerender ($0,15 \text{ m}^3$), 30 glasfiber-tanke ($2,4 \text{ m}^3$) og 30 betonkummer (8 m^3). Automatisk pereddikesyre-dosering foregår central ved anbring på indløbsrørene; rende og tanke forsynes med 60 l/s friskvand, mens kummerne forsynes med 300 l/s; kombination af friskvand/recirkulering.

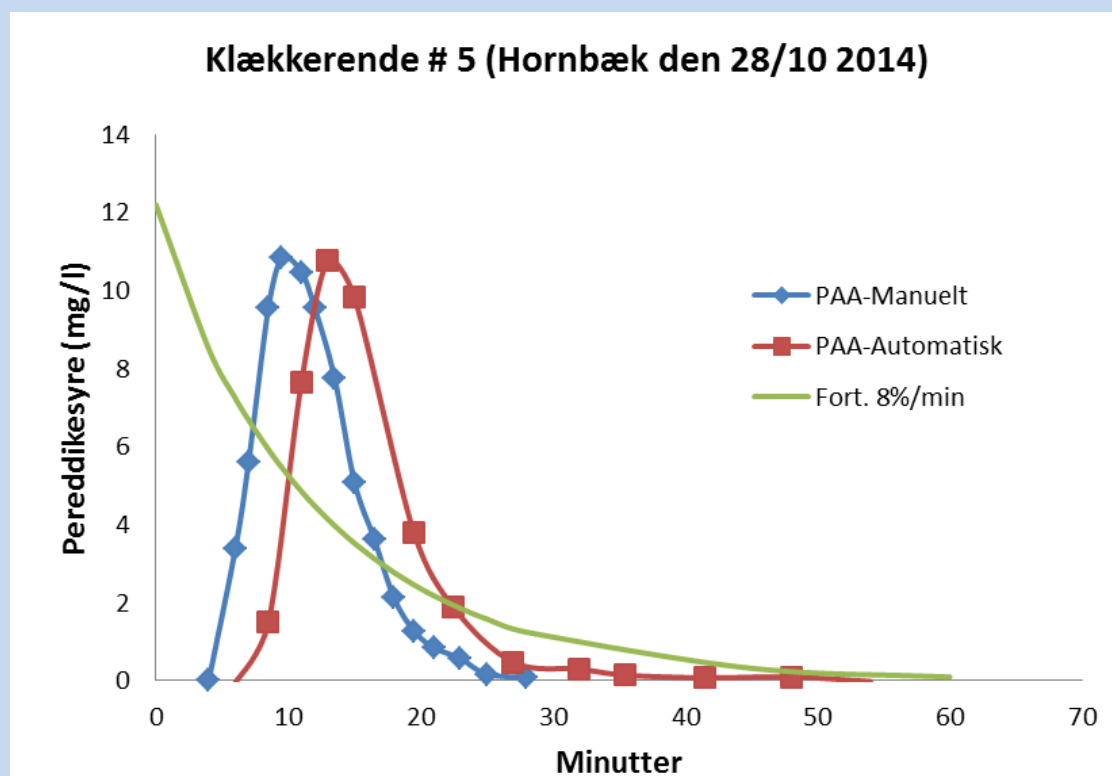
Doseringsmængden per enhed var på måledagen 11 ml, 20 ml og 10 ml Aqua Oxides til henholdsvis klækkerender, glasfibertanke og kummer, baseret på vejledning fra praktiserende dyrlæge og egen erfaring og kendskab til systemet.

Dosering ind i indløbsrør/renden foregik centralt ved at pumpe den ufortyndede opløsning direkte fra en 25 L dunk i løbet af 2 minutter. Til måling af pereddikesyre-koncentrationen i klækkerende #5 blev der først manuelt tilsat 11 ml direkte ned i indløbet. Efterfølgende blev samme mængde doseret automatisk. Målingerne i udløbet fra tanken og kummen foregik i forbindelse med automatisk dosering.

Metode

Spektrofotometrisk bestemmelse af pereddikesyre indholdet i vandprøver udtaget før og under selve vandbehandlingen; analyserne foretaget på dambruget. Der blev udtaget kontrol vandprøver til bestemmelse af egenfarve/ interferens før tilsætningen.

Herefter løbende prøvetagning fra udvalgte prøvetagningspositioner; for klækkerende og tank udtages vandprøver fra udløbet; i kumme 35 forskellige steder på langs af kummen. Logning af ilt og pH foregik i ind- og udløbet fra kumme 35 før og under vandbehandling. Vandprøver udtaget fra forskellige steder i anlægget blev desuden analyseret for indhold af organisk materiale i form af COD, samt ammonium, nitrite og nitrat blev målt.



Figur 2. Målte pereddikesyre koncentrationer i klækkerende nr. 5 i forbindelse med manuel og automatisk tilførsel af 11 ml Aqua Oxides. Grøn kurve viser teoretisk kurveforløb ved opblanding.

Resultater

Klækkerende

Resultaterne af støddoseringen direkte i klækkerenden ses på figur 2 (blå graf).

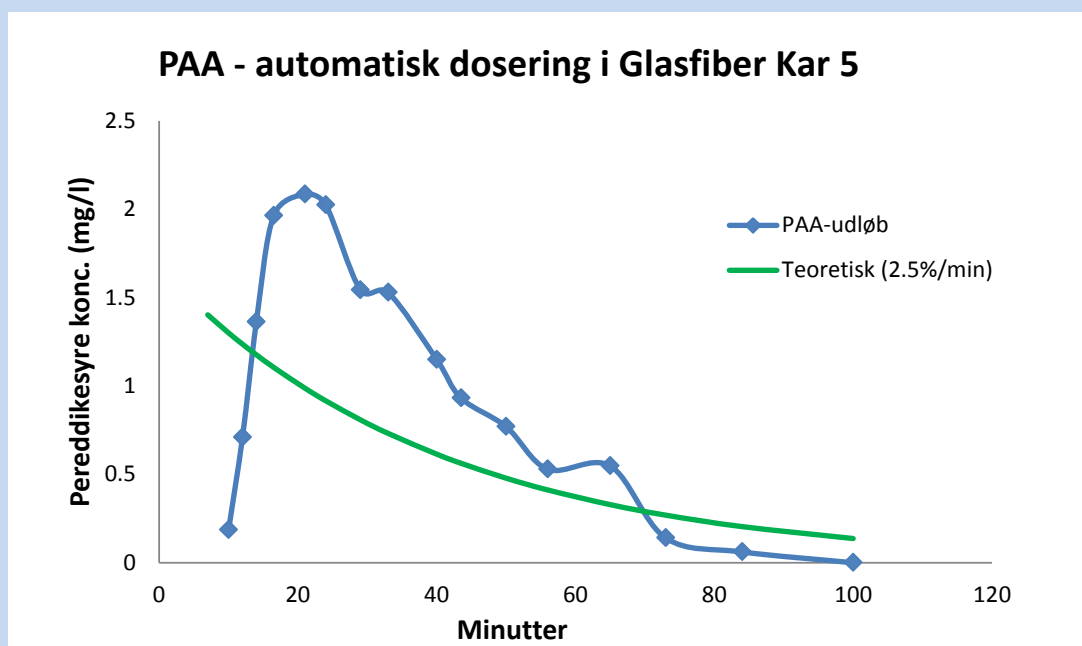
Den røde kurve viser tilsvarende koncentrationsforløb målt i udløbet umiddelbart efter automatisk dosering. De grønne kurve viser det teoretiske kurveforløb, med et flow på 12 l/s i 150 liter (fortynding ca. 8%/min; vandskiftet er omkring 12.5 min), med en opblandingskoncentration i hele renden på ca. 12,3 mg/l pereddikesyre ved 16.7 % (baseret på efterfølgende lab-analyse af delprøve af det ufortyndede produkt).

Den samlede tilførte mængde pereddikesyre (koncentrationen*tid) er teoretisk 146 mg/l*min, mens de målte koncentrationer over tid var hhv. 95 og 101 mg/l*min. Resultaterne fra forsøget viser, at

- Støddosering og automatisk dosering giver identisk koncentrationsforløb
- Begge doseringsformer indebærer kortvarig kontakttid
- Der sker en omsætning af pereddikesyre på ca. 30 % ved en enkelt passage.

Glasfiber tank

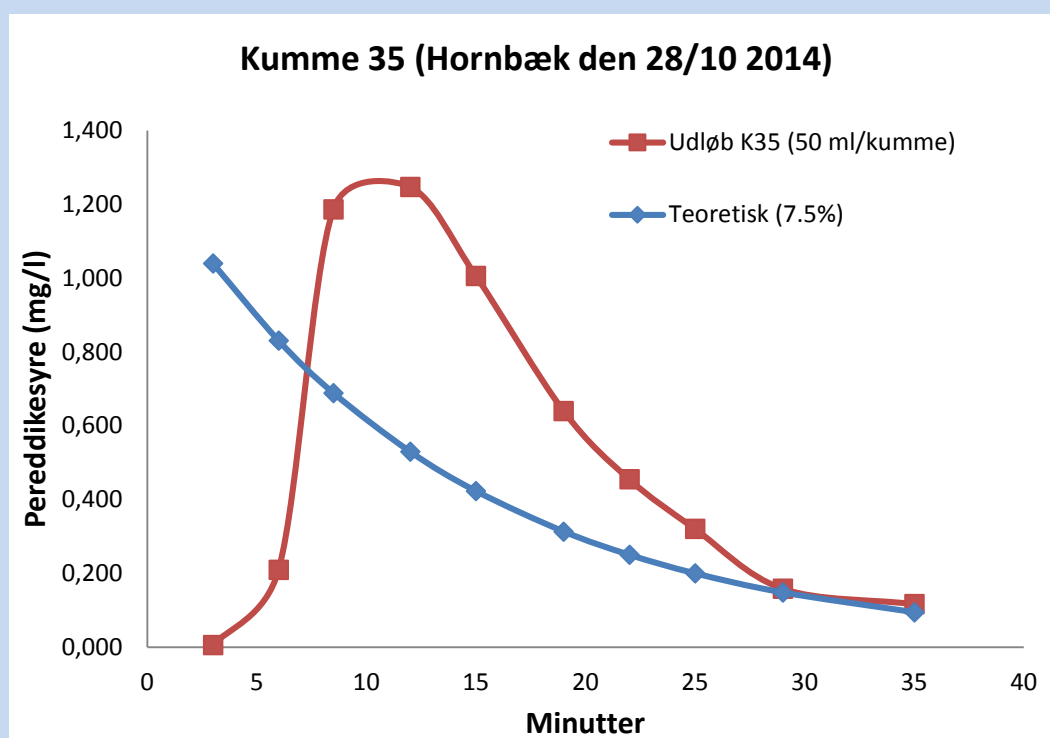
Koncentrationsforløbet i udløbet fra tank 5 blev målt i forbindelse med automatisk dosering (Fig. 3). Der blev målt op til 2,2 mg/l og der var målbart aktivt stof i tanken i ca. halvanden time.



Figur 3. Målte værdier af pereddikesyre (blå kurve) op. Den grønne kurve viser det teoretiske forløb med 2,5% vandskifte (60 l/min i ca. 2,4 m³).

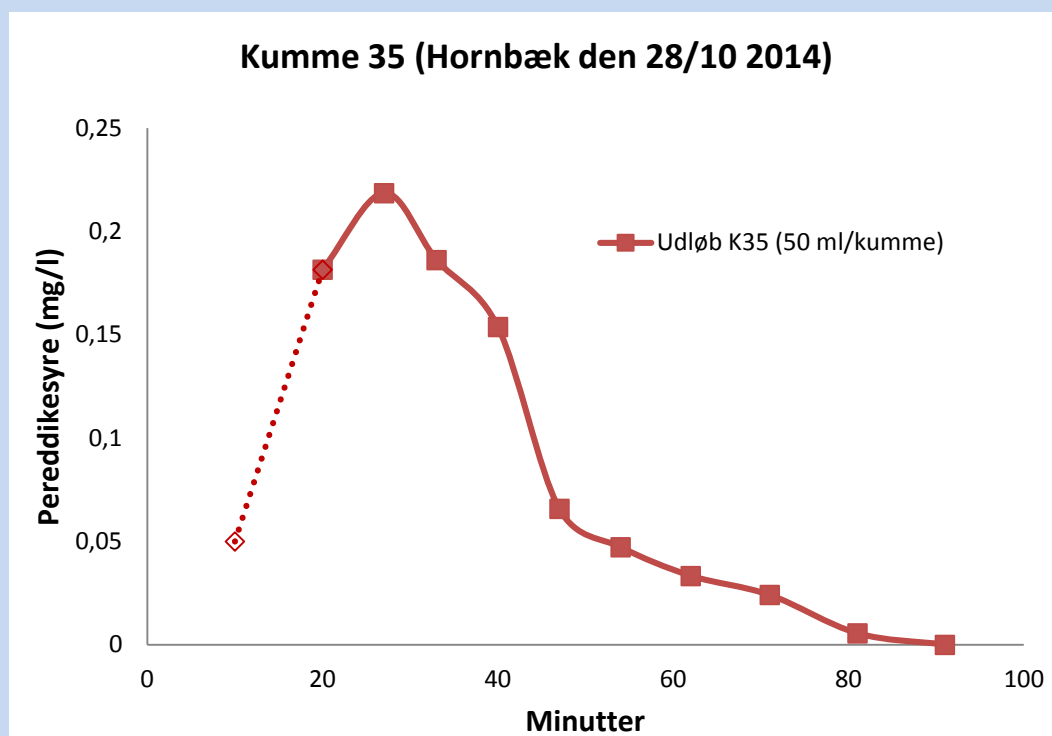
Kumme

På dagen blev der tilsat 10 ml Aqua Oxides direkte til indløbet af kumme nr. 35 og 36. Måling af koncentrationsforløbet i kummens længde profil viste, at stoffet hurtigt var ude af kummen. Da fiskene ikke reagerede mærkbart blev doseringen 5-doblet. Koncentrationsforløbet heraf ses af figur 4. Ved denne kraftigere vandbehandling var der en mere tydelig reaktion fra fiskene, om end kortvarig.



Figur 4. Pereddikesyre-dosering i kumme (50 ml Aqua Oxides som støddosering) og tilhørende måling i udløbet.

Udløbskoncentrationen blev over middag målt i samme kumme i forbindelse med den automatiske dosering (Fig. 5). Kummen modtog pereddikesyre rester fra klækkerende og glasfibertanke samt direkte fra den koniske indløbsrende. Det ses, at den maksimale koncentration (ved 11 + 20 + 10 ml) er væsentlig lavere her sammenlignet med doseringen på 50 ml/kumme (hhv. 1,25 og 0,22 mg/l). Pereddikesyren omsættes således løbende og der registreres heller ikke en puls som følge af recirkulationen af vandet.

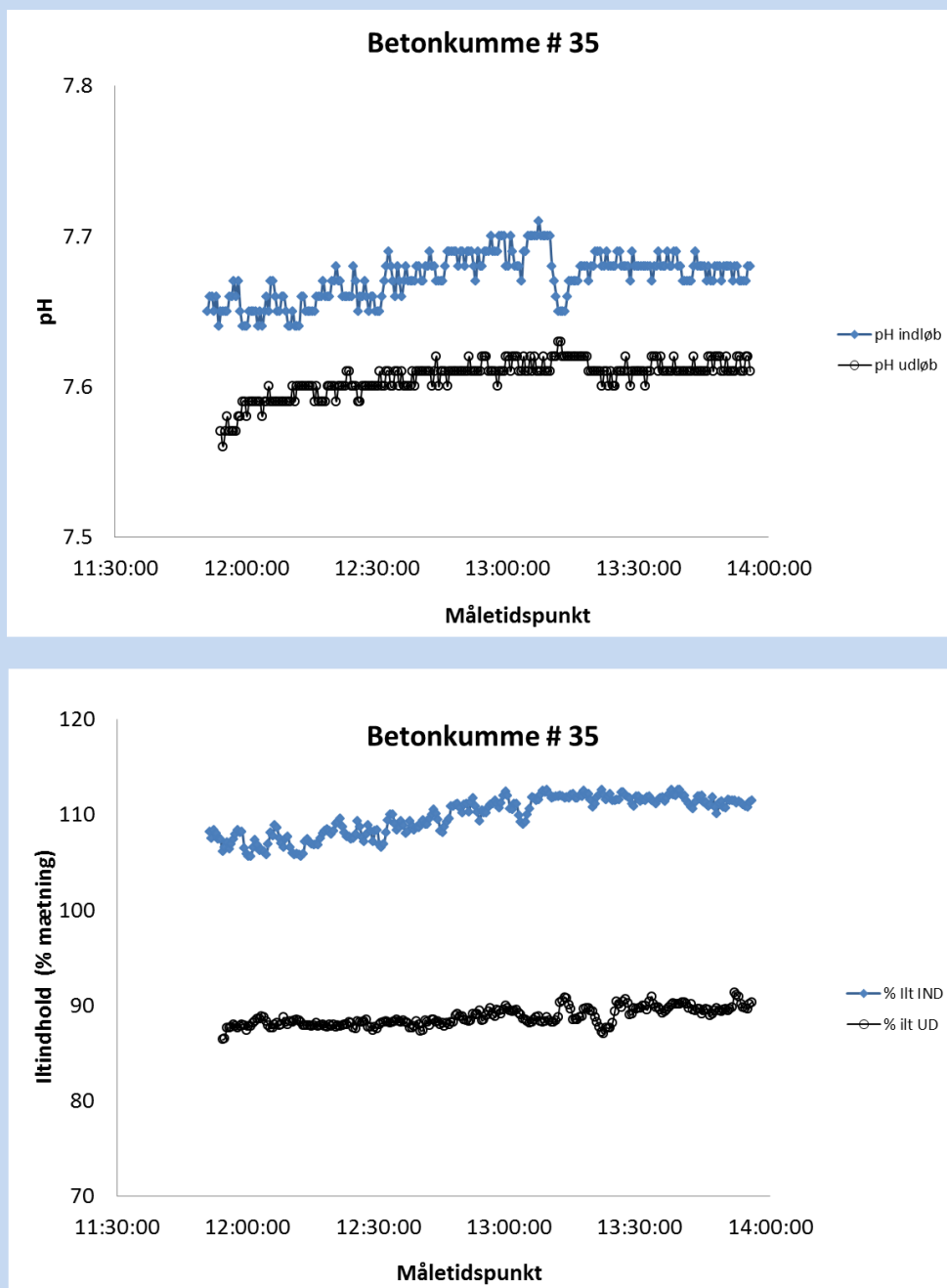


Figur 5. Koncentration af pereddikesyre fra udløbet af kumme 35 i forbindelse med normal automatisk dosering. Tiden 0 angiver tidspunkt for central dosering; kl. 13:07.



Figur 6 nedenfor viser ilt og pH målinger fra kumme 35 i forbindelse med den automatiske pereddikesyre dosering. Det bemærkes, at der ud over et mindre pH i indløbet til kummen

ikke forekommer nævneværdige udsving i hverken ilt eller pH som følge af vandbehandlingen.



Figur 6. Logning af pH (øverst) og ilt i kumme 35 den 28. oktober, 2014 før og under automatisk dosering til alle tre enheder (kl. 13:00-13:10). Data for ilt og pH fra formiddagsforsøg med manuel pereddikesyre-dosering (støddosering) ikke tilgængelig. Vandtemperatur fra 8.7 til 9 °C.

Målingerne af de kemiske vandparametre rundt på anlægget viser meget lav indhold af organisk materiale (Tabel 1). Der er samtidig stort set ingen udsving/ophobning i indholdet af organisk materiale; udover et betydeligt vandskifte af høj kvalitet er den daglige rengøringen en væsentlig medvirkende og afgørende årsag hertil. Der er således ikke megen utilsigtet omsætning i anlægget.

Tabel 1. Resultater af vandkvalitet målt på vandprøver udtaget forskellige steder på Hronbæk dambrug den 28/10 2014.

Analyse resultater	COD_{total}	COD_{opløst}	NH₃/ NH₄⁺-N	Nitrit	Nitrat
	mg O ₂ /l	mg O ₂ /l	mg N/l	mg N/l	mg N/l
Friskvand/indtag	2	2.8	0.053	0.010	8.49
Udløb klækkerende	2.6	2.2	0.031	0.006	8.39
Udløb glasfiber-kar	-	1.8	0.090	0.010	8.21
Indløb kumme	5.5	5.3	0.867	0.067	8.24
Udløb kumme	6.1	3.9	1.089	0.069	8.14

Sammenfatning.

Undersøgelsen har dokumenteret koncentrationen på og størrelsesorden af det aktive stof i Aqua Oxides i forbindelse med vandbehandling i forskellige typer anlæg. Der er ikke tidligere målt på pereddikesyre koncentration i forbindelse med vandbehandling af æg; doseringsformen her (~70 ml/m³) medførte en meget kraftig reaktion på (blommesæk-)ynglen, men har tilsyneladende kun positiv effekt. Den automatiske dosering fungerede meget overbevisende (i modsætning til erfaringer på andre anlæg) i alle tre opdrætsenheder og kan med stor fordel overføres til andre anlæg.

Forskellige anderledes former for dosering blev drøftet (eks. dosering i kummer umiddelbart efter de har været trukket ned; dosering over længere perioder og/eller højere dosering i kummerne). Forhold omkring iltforbrug i forbindelse med kraftigere dosering (110 ml pr. kumme ved tæthæder op til 100 kg/m³) kunne ikke måles ved de på dagen benyttede doser. Opfølgende undersøgelser herpå kunne være interessante.

Hirtshals den 11/11, 2014; /LFP.

Måling af pereddikesyre, iltmætning og pH i kummer på Hornbæk Dambrug, den 27/11, 2014.

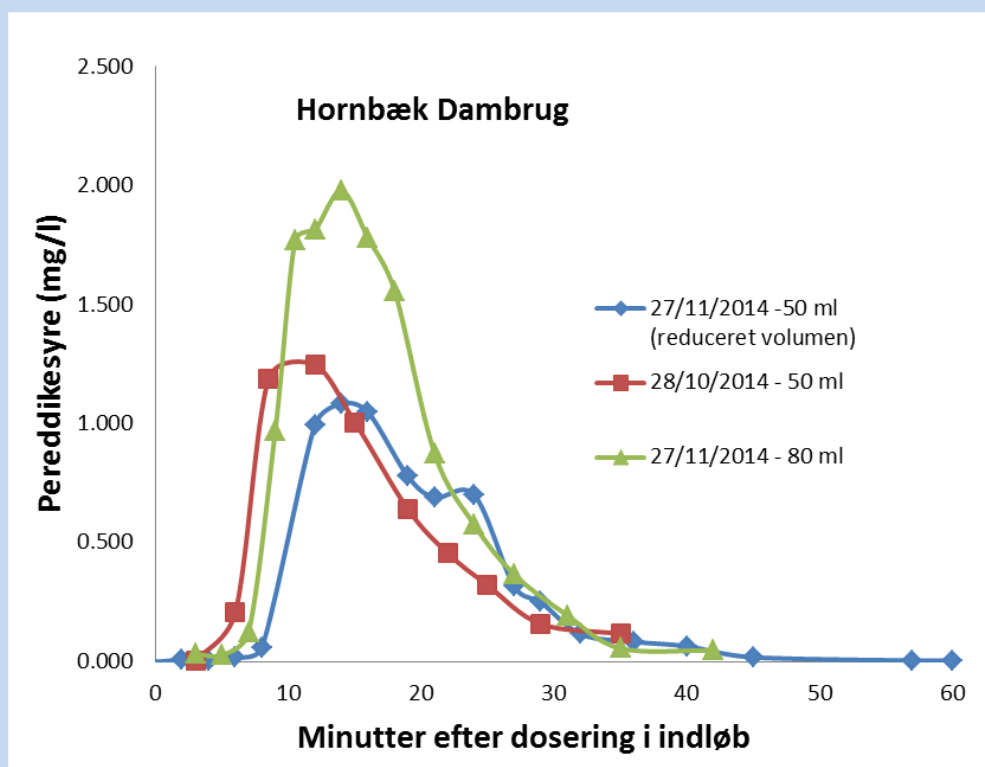
Sted: Hornbæk Dambrug, Årupvej 55, 9670 Løgstør

Formål: at måle pereddikesyre koncentration og logge ilt og pH i forbindelse med vandbehandling. Der blev målt i

- Nedtrukket kumme (kumme nr. 35; tilsat 50 ml Aqua Oxides som pulsdosering)
- Kumme med høj fisketæthed (~65 kg/m³) og høj dosering (kumme nr. 40; 80 ml Aqua Oxides som pulsdosering).
- Udløbet fra kumme 38 (høj tæthed; nedtrukket kumme, 50 ml Aqua Oxides); kun måling af ilt og pH.

Resultater

Der ser en lille effekt på koncentration af pereddikesyre ved at sænke vandstanden, sammenlignet med tilsvarende målinger den 28/10 i samme kumme (Fig. 1). Pereddikesyre bliver en anelse længere tid i kummen og toppen udjævnes. Tilsætningen af 80 ml Aqua Oxides til kumme 40 førte til en tilsvarende højere max-udledning fra kummen (hhv. 2,0 og 1,3 mg pereddikesyre/l; Fig. 1).



Figur 1. Koncentration af pereddikesyre målt i udløbet fra kumme nr. 35 den 28/10 (50 ml) og den 27/11 (50 ml i halvt nedtrukket kumme) samt kraftigere dosering i kumme 40.

Iltforbrug og fald i pH i forbindelse med vandbehandlingen ses af Fig. 2 og 3.

Det ses, at iltniveauet i udløbet falder med 7-8 % point. pH værdien påvirkes i indløbet ved

kortvarigt at falde fra 8,05 til 7,3; i udløbet er dette udjævnet og pH-faldet er således kun i størrelsesordenen 0,2 enheder.

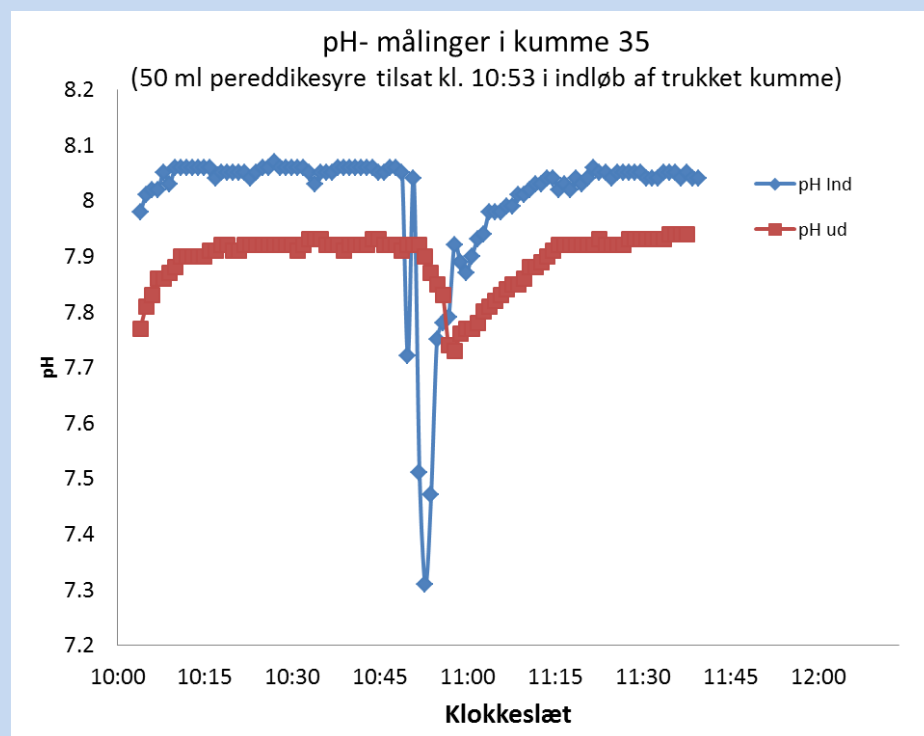
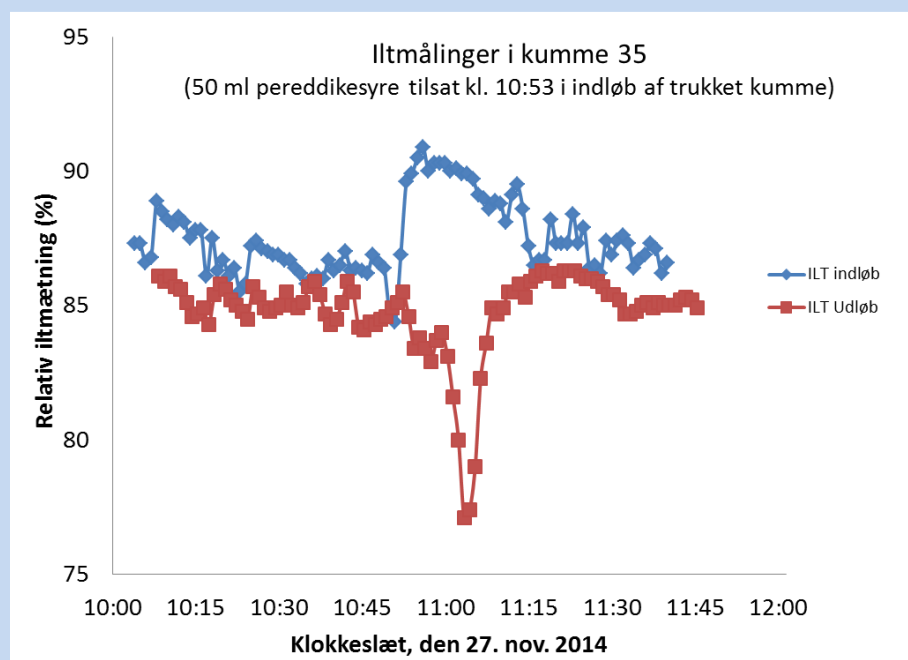


Fig. 2. Ilt (øverst) og pH ændringer i kumme nr. 35 i forbindelse med vandbehandling (50 ml AO i en halvt nedtrukket kumme).

I kumme 40 ses et endnu større udsving i udløbsvandets iltindhold; i forbindelse med Aqua Oxides tilsætningen falder iltmætningen fra 98-99% iltmætning til 82% - en reduktion på 16-17 %point. pH udsvingene i indløbsvandet var mindre udtalte (ca. 0,25) end i kumme 35, udløbsvandets pH faldt var på < 0,2 pH enheder.

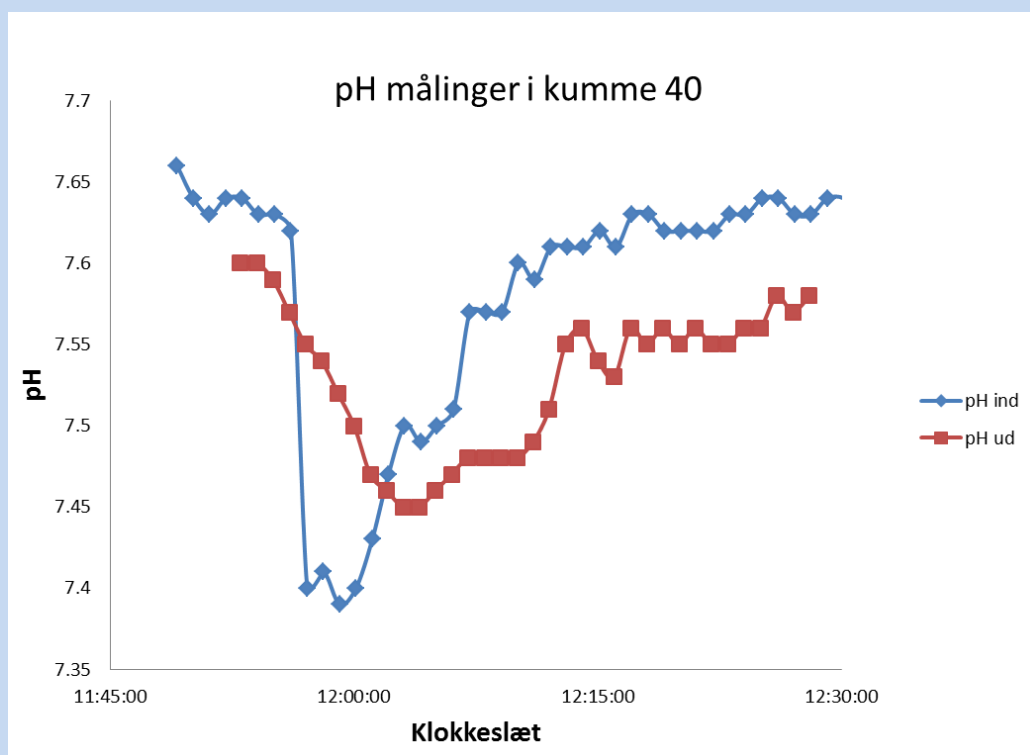
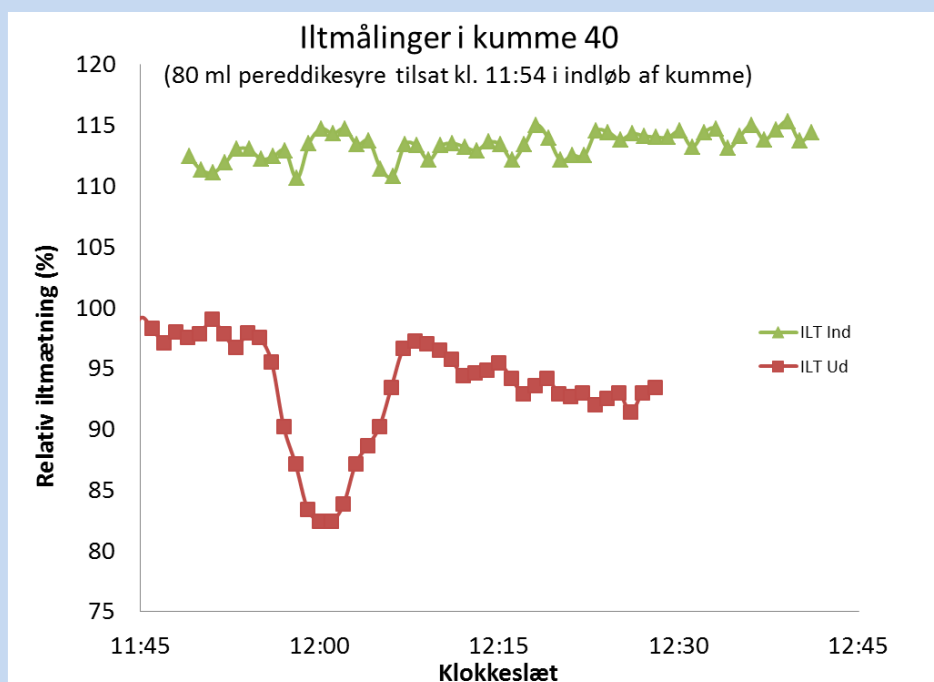
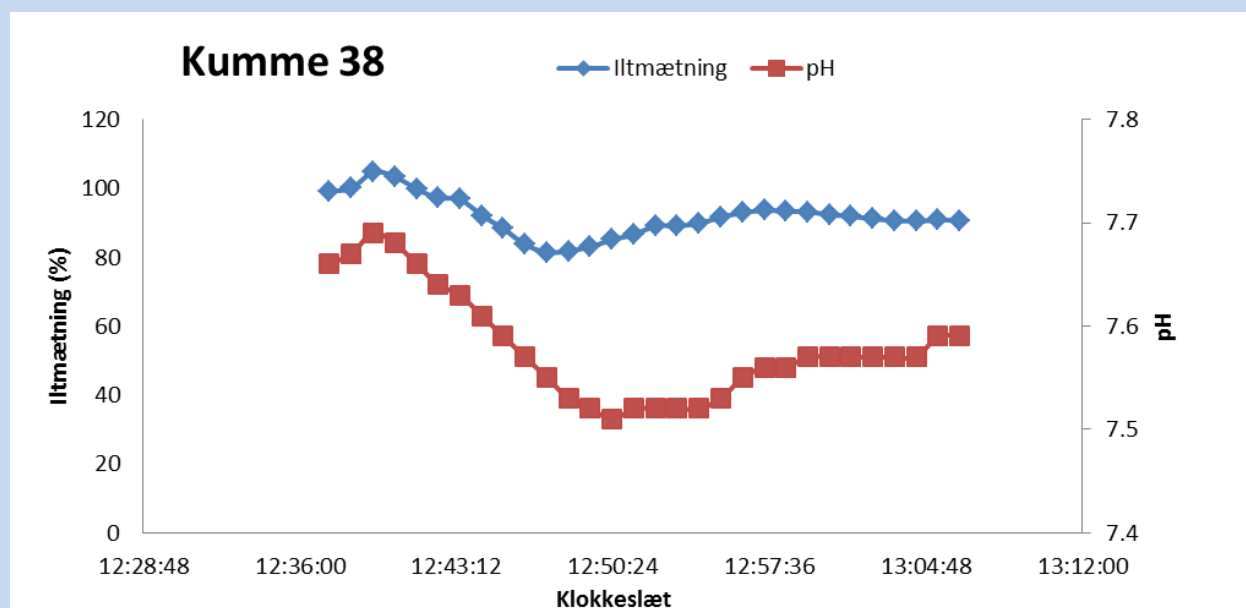


Fig. 3. Ændring i iltmætning og pH i forbindelse med manuel støddosering (80 ml Aqua Oxides) i kumme nr. 40.

Ilt- og pH målingerne i kumme 38 ses af figur 4. Iltmætningen faldt ca. 20 % point (103 til 82 %), mens pH værdien faldt fra 7,69 til 7,51.



Figur 4. Iltmætning og pH målt i udløbsvandet fra kumme 38 ved vandbehandling med pereddikesyre (50 ml AO i halvt nedtrukket kumme; < 70 kg/m³; vandtemp. = 8,4 °C.)

Konklusion

Effekten af at trække kummerne ned før vandbehandling er ikke særlig stor hvad angår fordelingen af pereddikesyre, jf. det relativt høje vandskifte til kummerne. Der er en sammenhæng mellem mængden af Aqua Oxides der tilsættes ved støddosering, tæt-heden af fisk (ved forsøgene her ca. 70 kg/m³) og det resulterende iltforbrug. Ud fra ovenstående målinger synes det sandsynligt, at kraftig behandling (høj dose, nedtrukne kummer og høj tæthed) vil kunne reducere iltindholdet betydeligt og dermed kortvarigt give anledning til lav mætning < 60% i udløbsvandet.

Det ses også, at samme dose i lav og høj tæthed (hhv. Fig. 2 og 4) medfører forskelligt iltforbrug – hhv. reduktion på 7-8 og 20 % point i udløbet fra anlæg 35 og anlæg 38.

Lignende forsøg i forbindelse med vandbehandling med brintoverilte og formalin vil kunne give svar på i hvilket omfang disse hjælpepestoffer bliver omsat og om det stresser fiskene, fører til øget aktivitet og i så fald påvirker vandets ilthold.

/LFP.

BILAG 1B

Måling af pereddikesyre i vandprøver fra jorddamme på Staulund Dambrug den 5. september, 2014.

Sted: Staulund Dambrug, Stavlundvej 8, 7540 Haderup

Formål

- 1) at måle pereddikesyre koncentration og fordeling ved kontinuerlig dosering i jorddam (nr. 45)
- 2) at måle pereddikesyre koncentration og fordeling ved støddosering i to jorddamme (nr. 44 og 46).
- 3) at logge ilt og pH i forbindelse med støddosering
- 4) at måle om omfyldning fra palletank til dunke påvirker styrken af produktet

Hertil kommer enkelte øvrige målinger omsætning af vandets indhold af organisk materiale (målt som COD), ammonium, nitrit og nitrat.



Målinger af pereddikesyre på stedet; i baggrunden ses doseringsanlæg og dam 44-46.

Forhold omkring vandbehandling:

Ved kontinuerlig vandbehandling tilføres ifølge aftale med Dyrlæge Thomas Clausen ca. 1.8 dl Chemex pereddikesyre/time, svarende til en dosering på ca. 7 ml produkt/m³ friskvand (vandskifte ~7 l/s). Oprindeligt var det planlagt at måle på en dam i fuld ligevægt som følge af dosering natten over; dette afveg en anelse idet dosering blev startet kl. 9 på måledagen.

Ved støddosering tilsættes 2 dl af samme produkt i indløbsmunken. Her svarer tilsætning til en jævn dosering i hele dammen på 2 ml produkt/m³, svarende til ca. 0.36 mg pereddikesyre/l.

Metode

Vandprøver udtaget før tilsætning blev brugt til bestemmelse af egenfarve/ interferens. Øvrige vandprøver blev udtaget ca. 2 meter fra kanten på fem længde positioner i dammene: ved indløbet, ca. ¼ - ½ - ¾ nede i dammen og ved udløbet. Prøverne blev analyseret umiddelbart efter prøveudtagning med spektrofotometer til bestemmelse af pereddikesyre indhold.

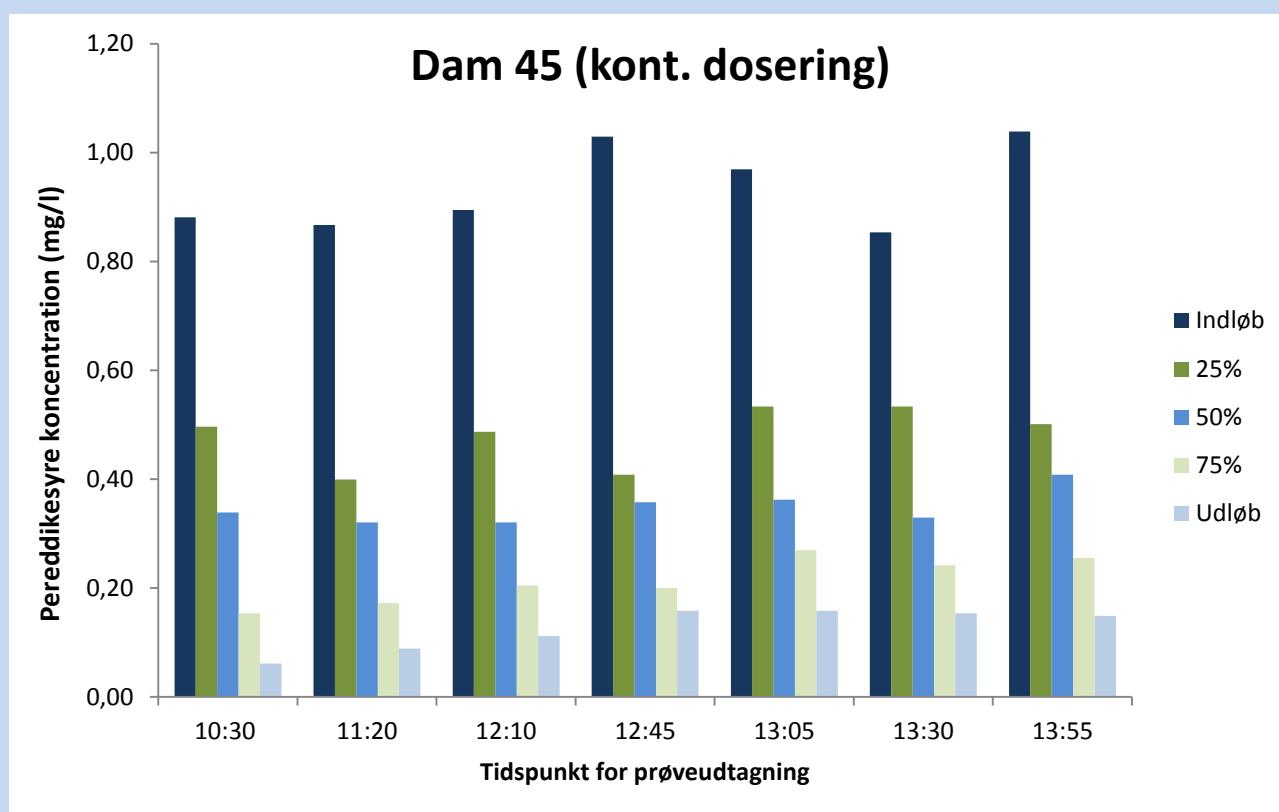
Logning af ilt og pH foregik i dam 46 ca. 2 meter nedstrøms indløbet og umiddelbart opstrøms udløbet. Prøvetagning til bestemmelse af COD, TAN, nitrite og nitrat blev konserveret og filtreret og analyseret i Hirtshals.



Resultater.

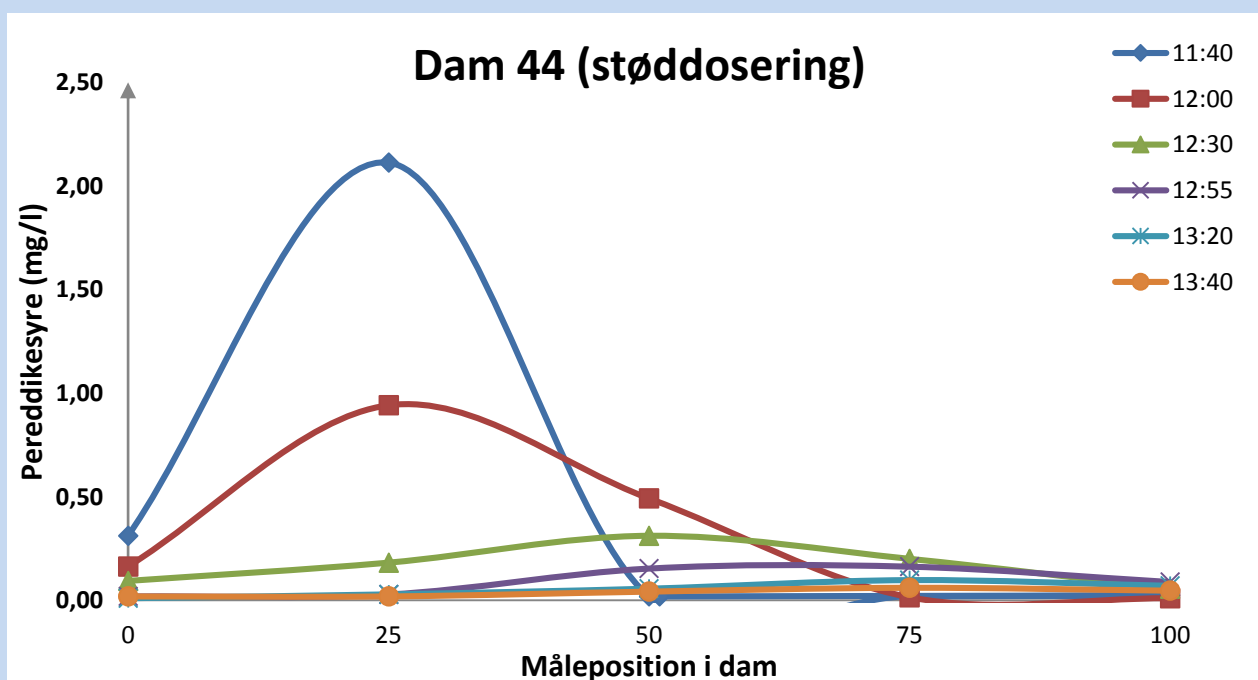
Forsøg med kontinuerlig dosering med pereddikesyre ses i figur 1. Det ses, at indløbskoncentration af pereddikesyre er meget stabil gennem måleperioden og at værdierne ligger i nærheden af den forventede koncentration (ca. 1,2 mg pereddike-syre/l uden fortynding fra dammen). Resultaterne viser også at opblandingen ned gennem dammen sker relativ hurtigt, eksempelvis måles der pereddikesyre i udløbet 1½ timer efter startdosering. Det bemærkes også at der er et betydeligt fald i koncentration ned gennem dammen (uden omsætning og ved fuld opblanding efter 4 timer ville der omkring 1-1,2 mg pereddikesyre/l i dammen hvilket langt fra er tilfældet).

På dagen bemærkede Torben, at fiskene ikke reagerede eller reagerede svagere end normalt, og der blev ikke observeret undvigedfærd/flugt.



Figur 1. Måling af pereddikesyre indhold i jorddam nr. 45 fra Staulund dambrug den 5. september, 2014. De forskellige farver er knyttet de steder hvor prøver er udtaget; indløb = 0; 25 % svarer til den øverste fjerdedel osv. Dosering påbegyndt kl. 9:00.

Forsøg med støddoseringer viste to ensartede forløb hvor en høj koncentration af pereddikesyre kortvarigt blev målt i den øvre ende af dammen. Inden for mindre end 2 timer ikke var mere aktivt stof tilbage i dammen. Figur 2 viser forløbet i dam 44 hvor der måles op til 2.2 mg pereddikesyre/l i den øverste ende af anlægget, og efter tre kvarter er der stort set ikke mere tilbage det sted i dammen. Det bemærkes at startkoncentration *uden nedbrydning* af pereddikesyre ved fuld opblanding ville være omkring 0,36 mg/l og efter to timer ca. 0.22 mg/l – hvilket viser at der sker en betydelig omsætning i dammen som følge af kontakt med organisk materiale.



Figur 2. Måling af pereddikesyre indhold i jorddam nr. 4 fra Staulund dambrug den 5. september, 2014. De forskellige farver er knyttet de steder hvor prøver er udtaget; indløb = 0; 25 % svarer til den øverste fjerdedel osv. Dosering påbegyndt kl. 11:38.

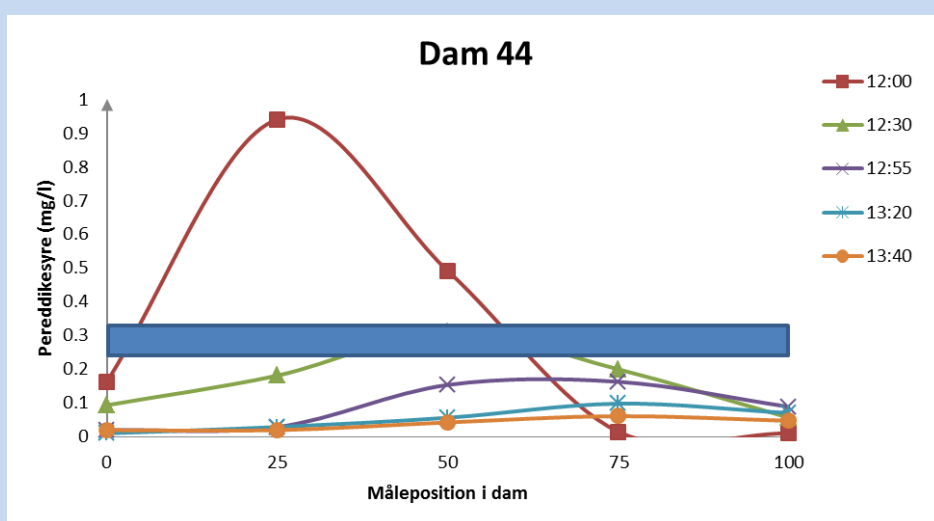
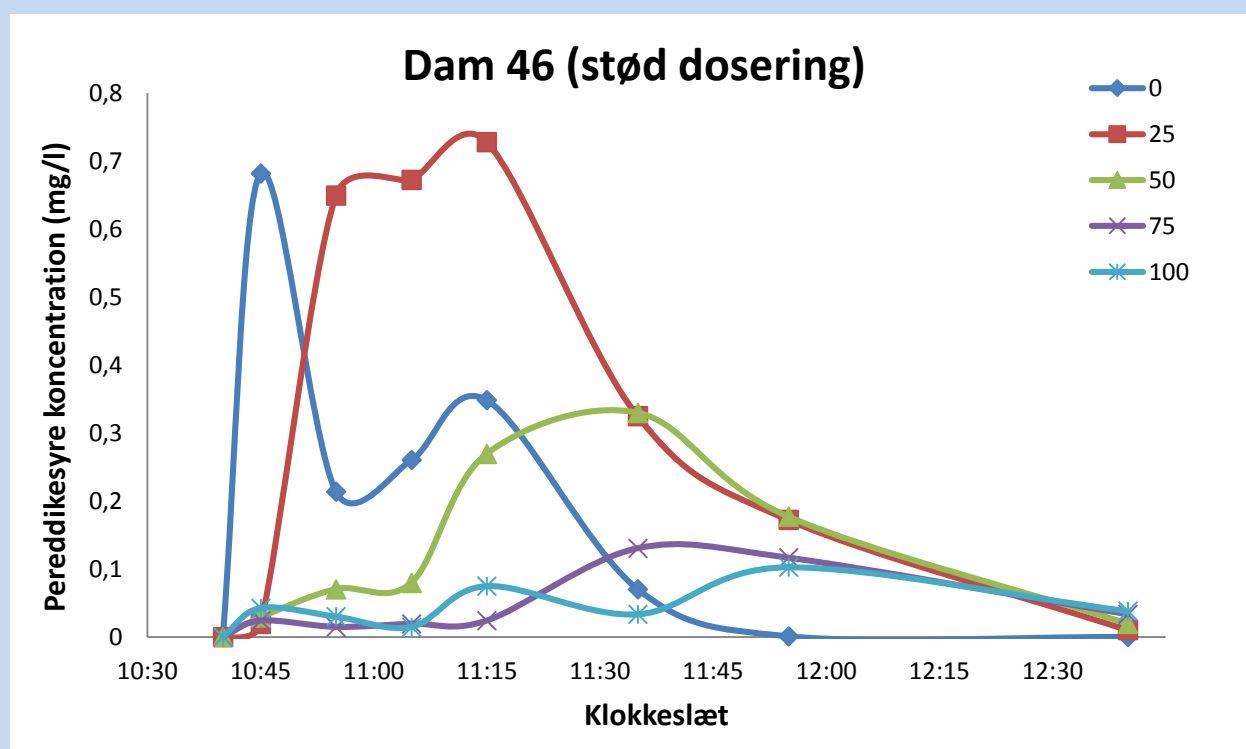


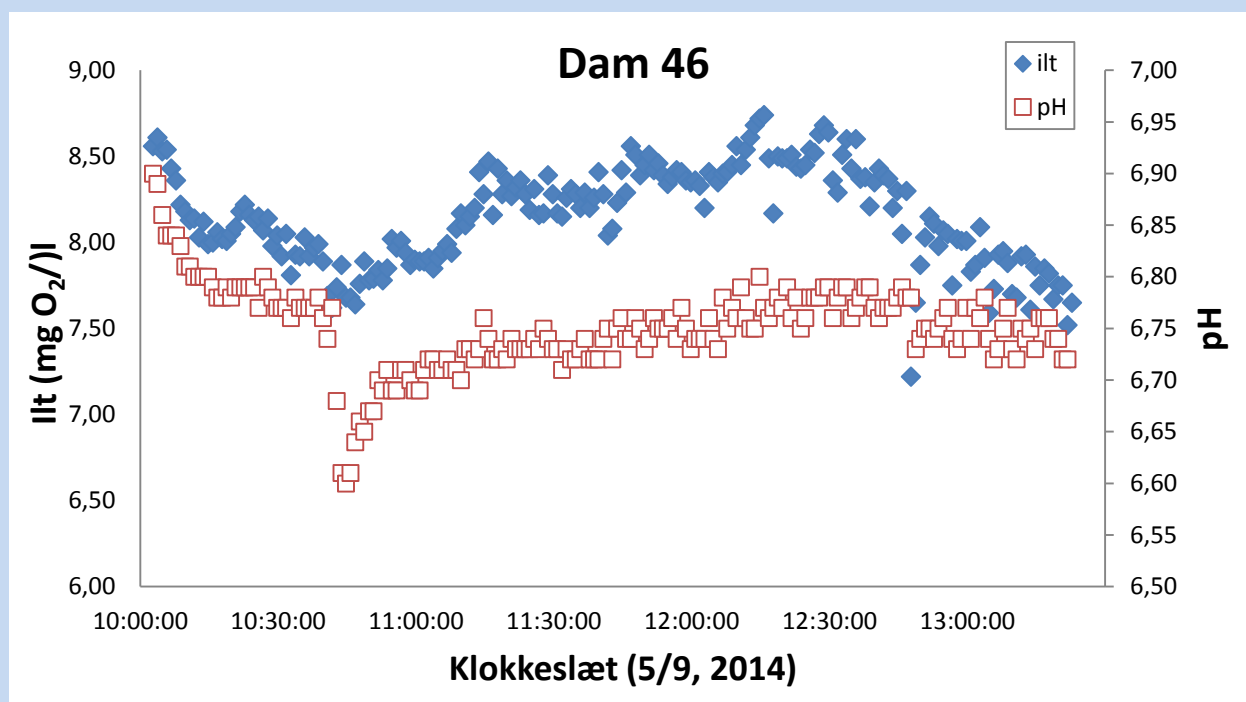
Fig.2B. Samme data dog uden målinger umiddelbart efter tilsætningen (anden Y-akse). Den blå bjælke viser den teoretiske koncentration af pereddikesyre i hele dammen over to timer

Målingerne i dam 46 viser også en relativ hurtig nedbrydning af pereddikesyre. forhold til dam 44 måles der tilsyneladende en lidt højere koncentration i den øvre og midterste del af dammen, men det skyldes også, at der er udtaget flere prøver i perioden kort efter tilsætning (5 sæt målingen i løbet af den første time).

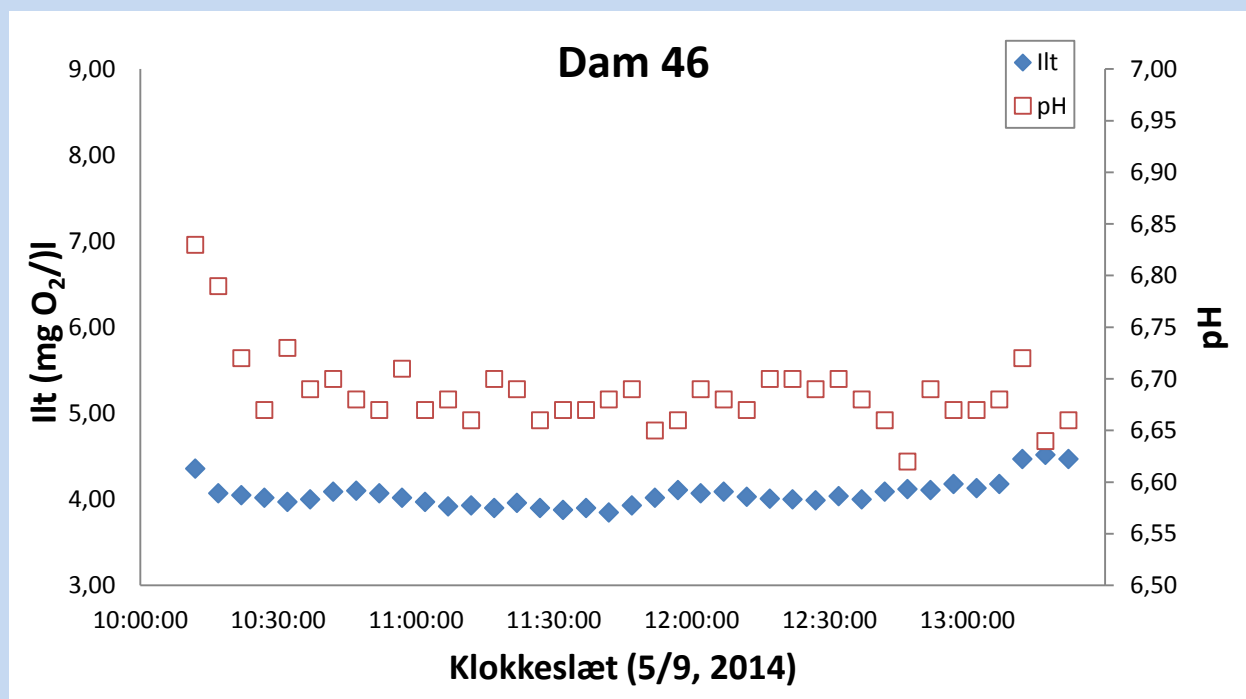


Figur 3. Måling af pereddikesyre indhold i jorrdam nr. 46 fra Staulund dambrug den 5. september, 2014. De forskellige farver er knyttet de steder hvor prøver er udtaget; indløb = 0; 25 % svarer til den øverste fjerdedel osv. Dosering (200 ml Chemex Pereddikesyre) påbegyndt kl. 10:43.

På figur 4(a,b) ses ilt og pH data i forbindelse med støddosering i dam 46. Der ses et tydeligt, kortvarigt fald i pH ned til 6,6 umiddelbart efter tilsætningen af Chemex produktet i den øverste ende af dammen. Målingerne viser ligeledes, at iltindholdet ud af dammen er lavt, omkring 40 % iltmætning.



Figur 4a. Ilt og pH målinger to meter nedstrøms indløb til dam 46 i forbindelse med vandbehandling med pereddikesyre (tilsat indløbet kl. 10:43). Vandtemperatur 11-12 °C.



Figur 4b. Ilt og pH målinger i udløbet fra dam 46 i forbindelse med vandbehandling med pereddikesyre (tilsat indløbet kl. 10:43). Vandtemperatur 11-12 °C.

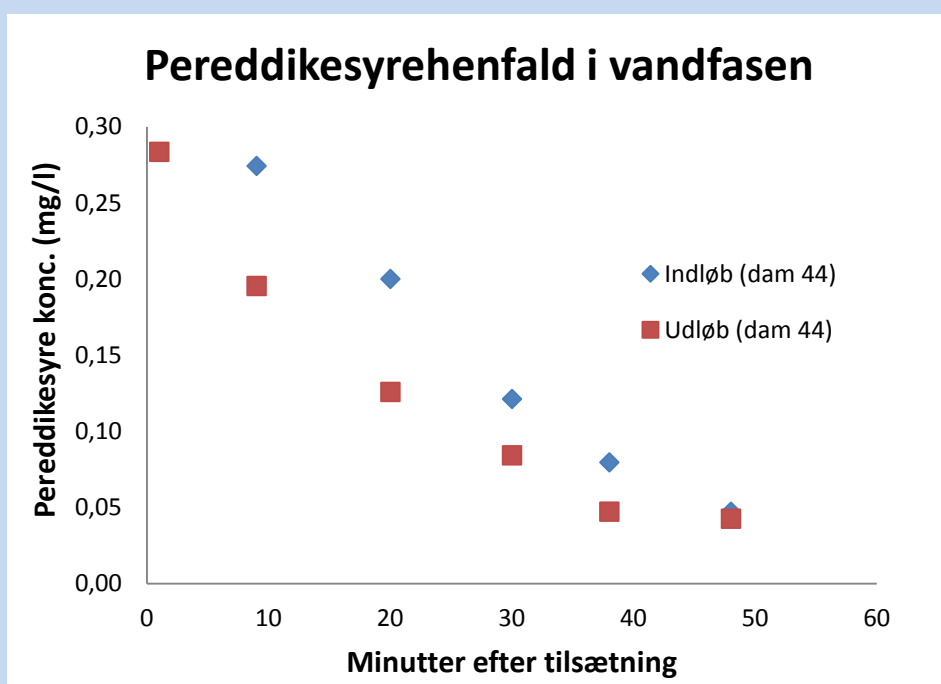


Målinger af COD ($\text{mg O}_2/\text{l}$) ses i tabellen nedenfor.

Dam #44 IND	4.3	under måleområde (≤ 5)
Dam #44 UD	12.2	
Dam #46 IND	3.5	under måleområde (≤ 5)
Dam #46 UD	15.4	
Retur	5.9	

Omsætning af pereddikesyre i vandfasen

Der blev lavet et supplerende forsøg hvor vand fra indløbet til og udløbet fra dam 44 blev anvendt. I bægerglas blev 1 liter vand overført og pereddikesyre tilsat i en mængde svarende til 2 ml/m^3 . Figur 5 hvorledes omsætningen i vandet forløb



Figur 5. Omsætning af pereddikesyre i vandfasen. Vandprøver fra dam 44 blev overført til bægre hvortil der blev tilsat kendte mængder pereddikesyre.

Måling af pereddikesyre i Chemex produkt ved to forskellige former for opbevaring.

Det blev på besøgsdagen diskuteret om pereddikesyre i dunkene havde mistet styrke (fiskenes nedsatte reaktion) i forbindelse med omhældning fra 1000 kg palletank til 25 liters dunke. Målingerne i laboratoriet viste efterfølgende at der var et beskedent fald i koncentrationen af pereddikesyre på 4-5 % og uændret brintoverilte (se tabel 1).

Tabel 1. Chemex	Pereddikesyre (%)	Brintoverilte (%)
I palletank	18,80 ± 0,1	24,90 ± 0,10
I dunk ved dam 45	18,00 ± 0,2	24,75 ± 0,10



Konklusion

Resultaterne af målingerne viser, at der ved kontinuerlig dosering sikres en jævn koncentration af pereddikesyre til dammen. I løbet af 1½ time er fordelingen ned gennem dammen konstant, idet koncentration aftager som følge af omsætning.

Vandets indhold af organisk materiale er ikke synderligt højt, men uundgåelige slamansamlinger i jorddammens kanter og på bunden bidrag væsentlig til forbruget af pereddikesyre. Støddoseringer medfører at pereddikesyren bliver i dammen i ca. to timer før den tilsatte mængde er nedbrudt og fortyndet. Støddoseringen giver anledning til et mindre, kort forbigående fald i pH.

Målinger af pereddikesyre i palletanken viste at der var 18,8 % pereddikesyre; således mere end angivet af producenten. Måling af pereddikesyre i doseringstanken viste en svagt lavere værdi (18 %), og viser således at omhældningen med en smart doseringspumpe ikke medvirker til at produktets styrke forsvinder. Det kunne der være tvivl om da fiskene tilsyneladende ikke reagerede på vandbehandlingerne.

/LFP, den 16/9, 2014.

BILAG 1C

Måling af pereddikesyre fordeling og koncentration i sættefisk-anlæg på Løvlund Dambrug (2/7, 2014).

Sted: Løvlund Dambrug, Annexvej 9, 7200 Billund

Formål: at måle pereddikesyre (PAA) koncentrationen ved kontinuerlig dosering og ved puls-dosering ved brug af drypspande.

Baggrund: I forbindelse med projekt "Formalin netværk" er der på Løvlund Dambrug opsat udstyr til automatisk dosering af pereddikesyre. Pereddikesyren anvendes som et alternativt hjælpemiddel mod parasitter.

Doseringen er tilrettelagt i samarbejde med dyrlæge Thomas Clausen. I sættefisk anlæg 1 anvendes Aqua Oxides som doseres over 8 timer med 1 liter i timen, svarende til 1 ml produkt/m³. I sættefisk anlæg 2 anvendes drypspande; her tilsættes 500-1000 ml Aqua Oxides/tank til en fast monteret dunk med ca. 15 liter vand der tømmes i løbet af en times tid. Formålet med undersøgelseerne var at måle hvordan pereddikesyren fordeles og hvor hurtigt den omsætning. Sammen med målingerne af pereddikesyre koncentrationen blev der målt ammonium og nitrit koncentrationer før og efter biofiltrene. Enkelte målinger af pereddikesyre blev ligeledes målt i produktionsenhed 1.



Doseringssystem i forgrunden opstillet ved sættefisk anlæg 1. Der doseres direkte i indløbskanalen (ved træpladen) efter airliften. Dosering den 2.7. 2014 blev påbegyndt kl. 06.55. og varede i 8 timer.

Resultater.

Sættefisk anlæg 1

Fordelingen af pereddikesyre viste sig at være uens i de 8 kanaler. Der blev ikke tilført samme mængde til indløbene, og dette mønster var entydigt gennem hele måleperioden. Figur 1 viser udløbs-koncentrationerne af pereddikesyre. Det bemærkes at kanal 2 og 3 modtager betydeligt mere PAA end samtlige øvrige tanke.

Samtidig ses det, at koncentrationsniveauerne opretholdes på et stabilt niveau inden for de enkelte kanaler.

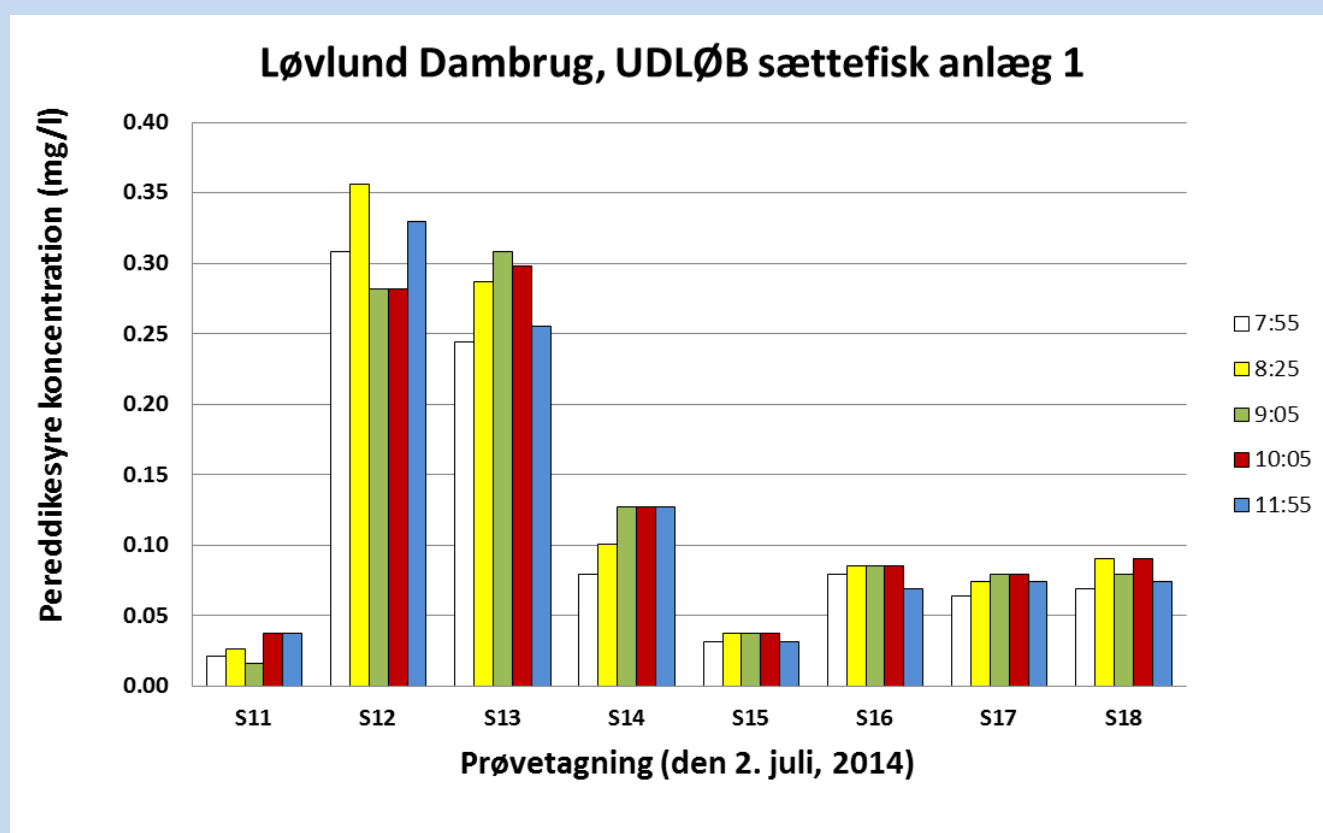


Fig. 1. Resultat af måling af vandets indhold af pereddikesyre. Målinger er udtaget i tidsrummet 1 til 5 timer efter påbegyndt dosering. Det bemærkes at 1 ml Aqua Oxides/m³ giver en PAA koncentration på omtrent 0,15 mg/l.

Årsagen til den ujævne fordeling ses af tilsvarende målinger på indløbsvandet. Det der umiddelbart virker som en jævn opblanding viser sig at skabe koncentreret strømme der føres til kanal s12 og s13.

Figur 2 viser variationen i PAA koncentrationen over tid, hvor udsving som følge af manglende opblanding er tydelig.

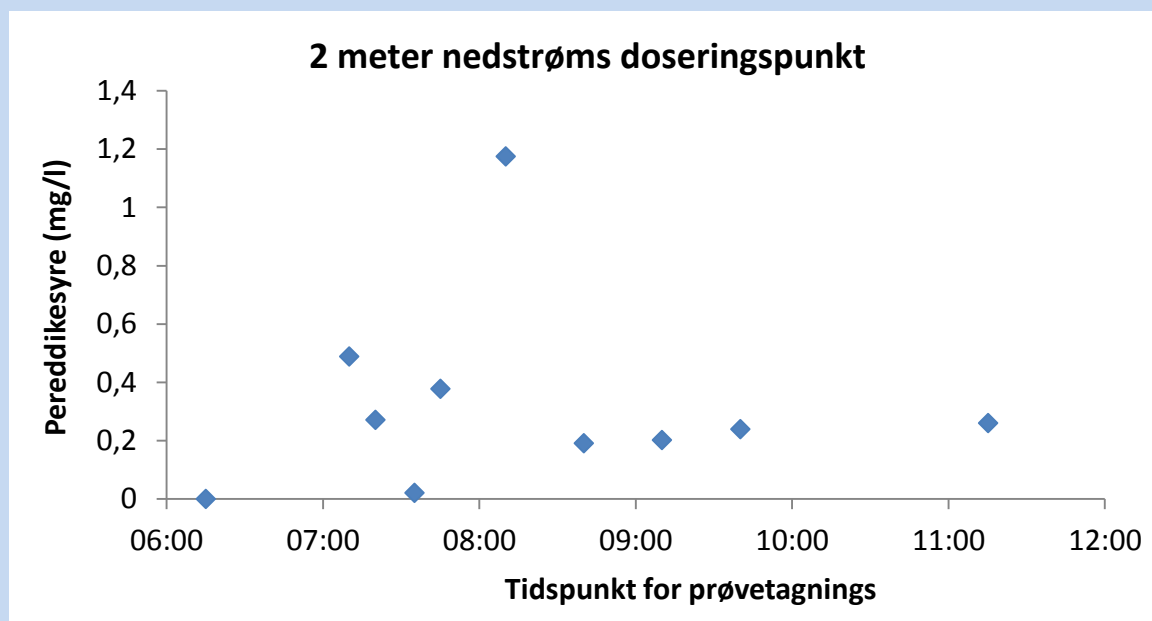


Fig. 2. Pereddikesyre indhold i vandprøver udtaget fra samme position i sættefisk (overfladenært; midt i kanalen 2 meter nedstrøms for doseringsslangen).

Det overordnede resultat af målingerne i S1 ses på figur 3. Det bemærkes at der sker et fald i PAA koncentrationerne ned gennem kanalerne som følge af omsætning. Omsætningen er afhængig af den tilsatte mængde, opholdstiden i kanalerne og fisketætheden.

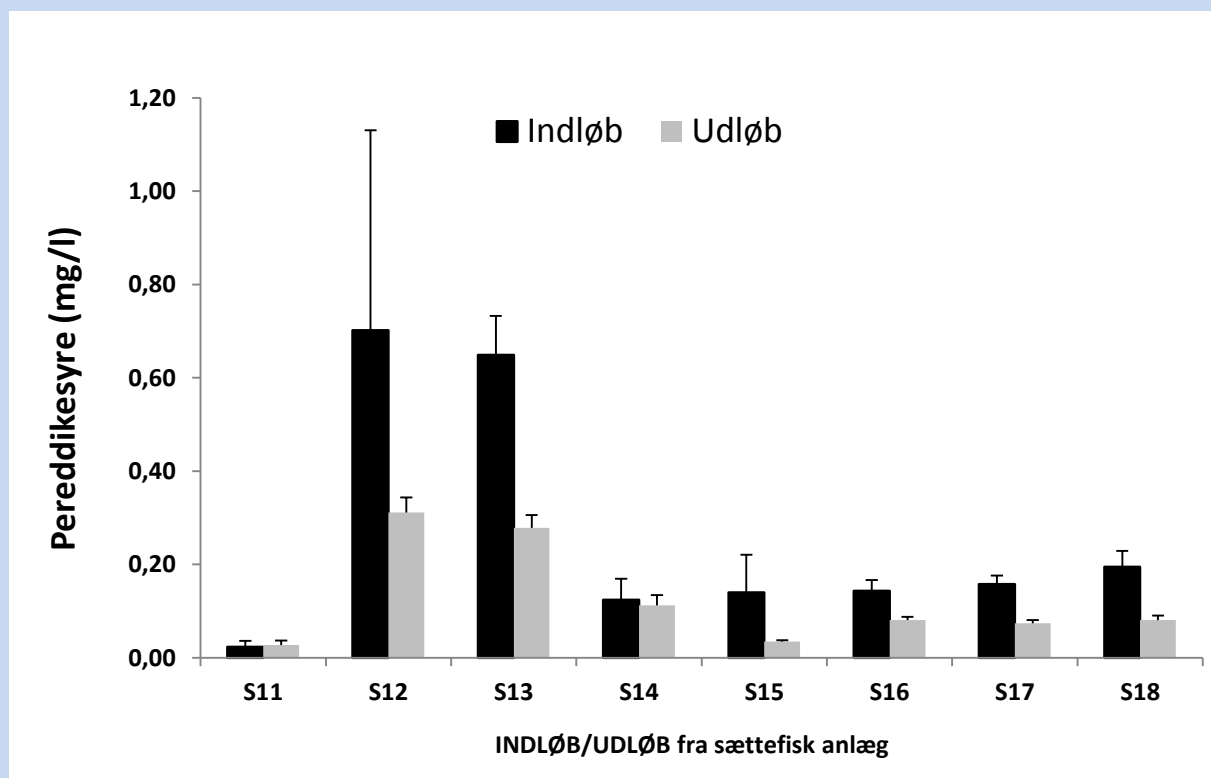
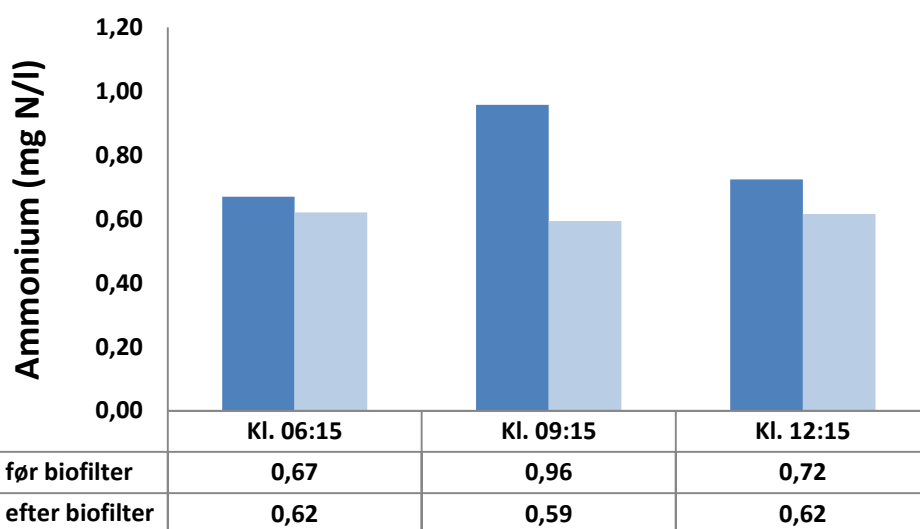


Fig. 3. Middel \pm std. afvigelse af PAA koncentration i indløb (sorte søjler) og udløb (grå søjler) baseret på 3 måleserier af indløb og 5 måleserier af udløb fra de 8 kanaler.

Øvrige vandkemiske målinger og analyser i S1 viste at biofiltret ikke var hæmmet af den vedvarende PAA dosering. Pereddikesyre tilsætningen medfører et mindre fald i vandets pH (data ikke vist pga. overskrivning i datalog-fil) og alkaliniteten var til den lave side. Alkalinitet målt før og efter biofiltret forud for PAA doseringen blev fundet at være ca. 40 mg CaCO_3/l svarende til 0,8 m-ækv./l begge steder. Vandtemperaturen var 10-10,5 °C; pH værdien 6,75-6,85 (efter PAA dosering) og iltniveauet i indløbskanalen 8,5-8,7 mg O_2/l svarende til 76-79 % iltmætning. Mængden af organisk materiale blev målt til ca. 13 mg O_2/l målt som total COD (kemisk iltforbrug).

Ammonium før/efter biofilter



Nitrit før/efter biofilter

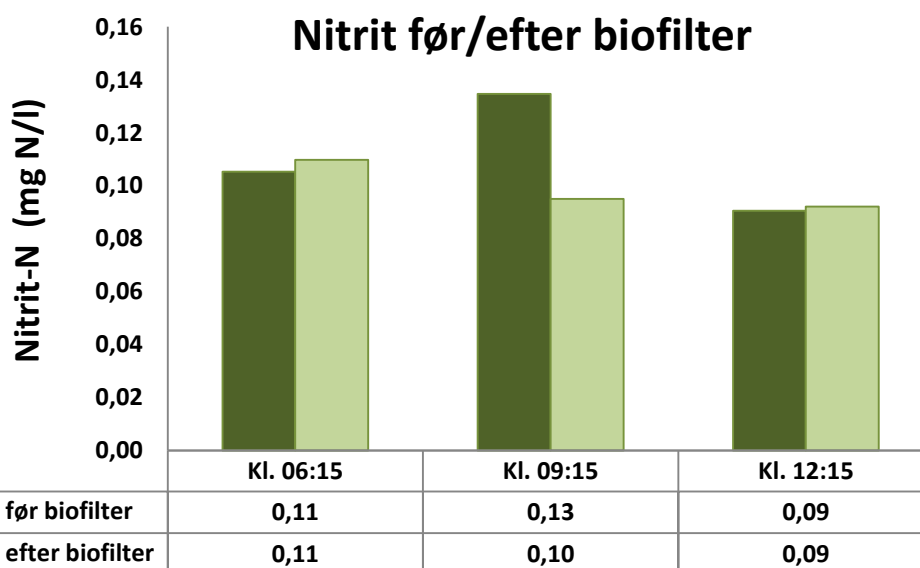


Fig. 4. Øverst: ammonium/ammoniak-N koncentration før og efter biofiltret. Nederst: Nitrit-N koncentrationen før og efter biofiltret; sættefisk anlæg 1, den 2/7 2014.

Sættefisk anlæg 2

I S2 blev pereddikesyren tilsat manuelt ved brug af drypspande. I forbindelse hermed blev der målt på udløbskoncentrationen fra kanal 2.5. og 2.6 (med hhv. ca. 1250 og 400 kg biomasse). Der blev tilsat 600 ml Aqua Oxides til hver beholder omkring kl. 9:35-9:45.

Figur 5 viser koncentrationsforløbet som en puls gennem begge kanaler. Det ses at der opnås PAA koncentrationer på ca. 1.5 mg/l og at den tilsatte mængde er ude af systemet efter 2 timer. Ved tilsætning af 600 ml 15% PAA i en lukket 32 m³ kanal er ligevægtskoncentration på ca. 2,8 mg PAA/l forudsat stoffet ikke omsættes.

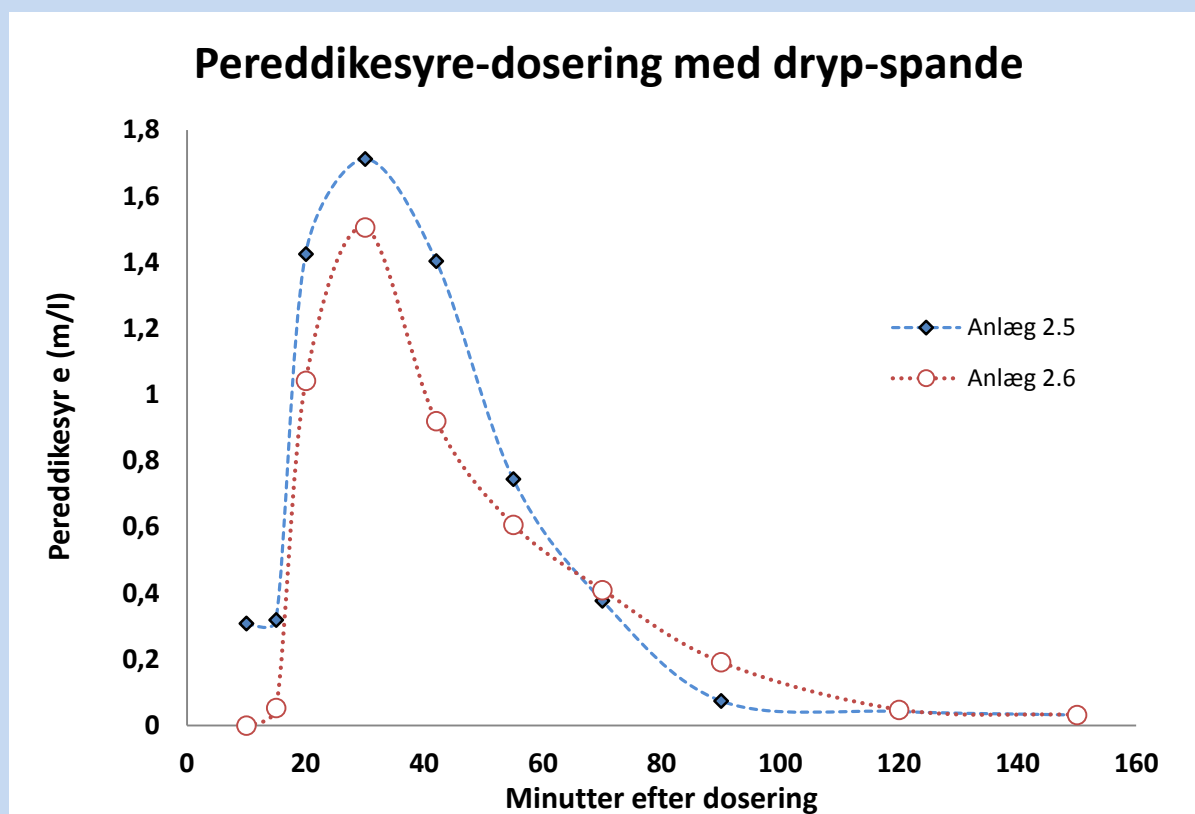


Fig. 5. Måling af PAA ud af kanal 2.5. og 2.6. den 2/7 2014. I hver kanal er der tilsat 600 ml Aqua Oxides.



Beholder til brug i forbindelse med manuel dosering af pereddikesyre; tilførslen af PAA fra beholderen foregik over en time.

Produktions anlæg 1.

I forbindelse med vandbehandling som i S2 blev der udtaget enkelte prøver til bestemmelse af PAA omsætningen. Tilsætningen foregik ved at dosere 500 ml i de 6 dryp beholdere ved hver sektion i P1. Tilhørende vandprøver blev udtaget ved udløbet fra P1.1. (første raceway efter biofiltret) og udløbet fra P1.6. (før tromlefiltret).

Figur 6 viser at der genfindes små mængder PAA i forbindelse med vandbehandlingen, men det bemærkes at værdierne er tæt på metodens detektionsgrænse (0.01 mg PAA/l).

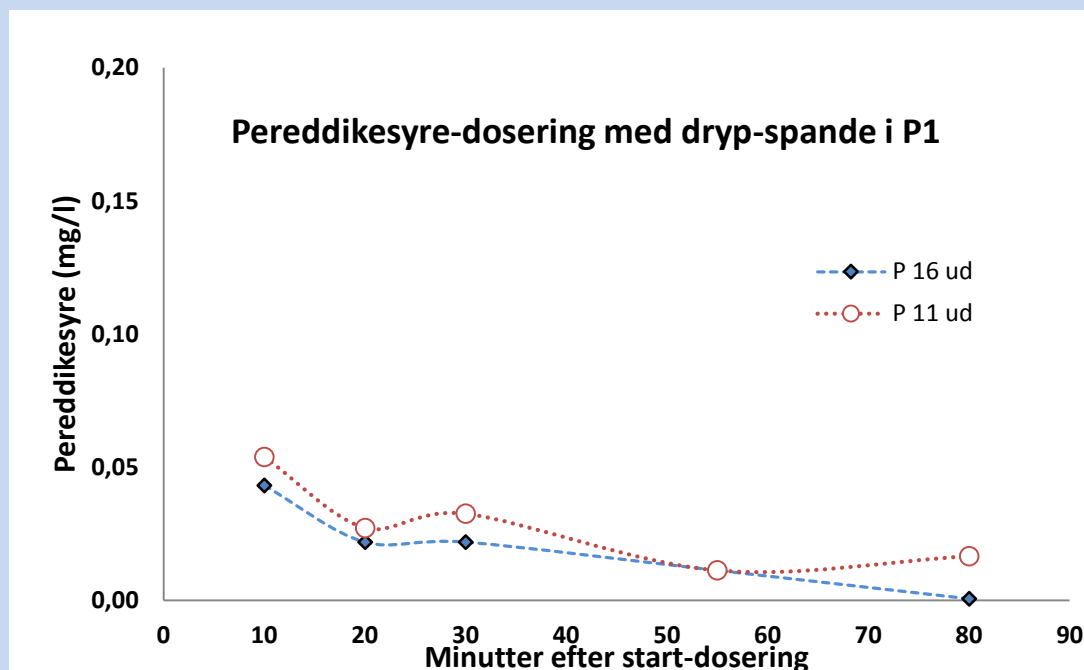


Fig. 6. Koncentrationsmålinger af PAA fra to målepositioner i prod.-anlæg 1. I hver raceway er der tilsat 500 ml Aqua Oxides i beholdere der tømmes i løbet af en times tid.

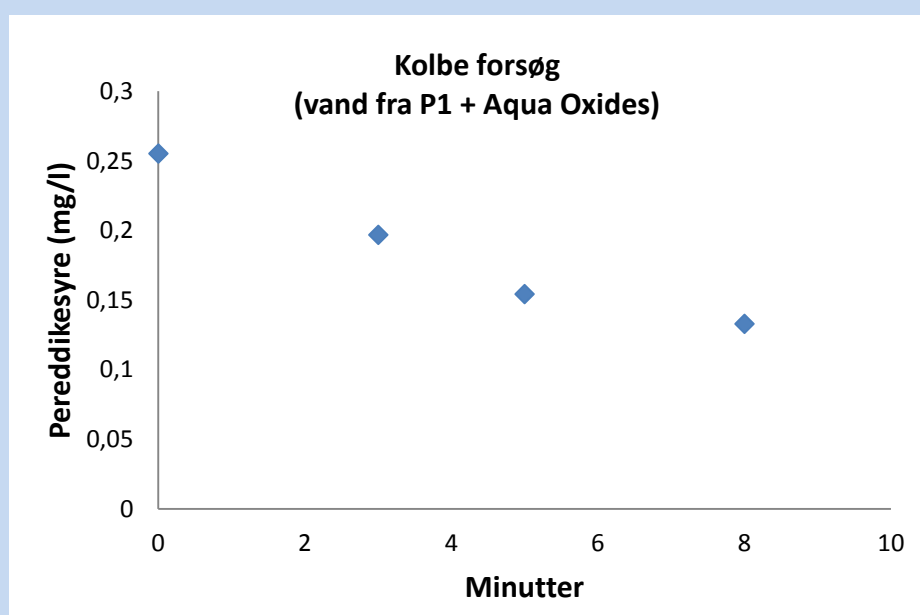


Fig. 7. Resultater af kolbe-forsøg hvor vand fra P1 blev anvendt til at bestemme omsætningen i vandfasen.

Figur 7 viser omsætning af PAA i en glaskolbe med vand fra P1. Det ses at PAA koncentrationen halveres inden for 10 minutter.

Vandets indhold af organisk materiale i P1 blev målt til ca. 41 mg O₂/l målt som total COD (kemisk iltforbrug), og var således væsentlig mere belastet sammenlignet med S1. Det bemærkes at ammonium-koncentrationen var forhøjet, og at der kun var en begrænset omsætning per passage over biofiltret. Der blev ikke lavet målinger af vandets alkalinitet, og det kan således ikke bekræftes om ammonium omsætningen er begrænset af alkaliniteten. Samtidig ser det ud til der er en svag nitrit-dannelse over biofiltret, men det vil kræve yderligere målinger at belyse disse forhold.

Tabel 1. Ammonium og nitrit koncentration i P1.

Produktionsanlæg 1 (2/7, 2014, kl. 10.45)	Ammonium – N (mg N/l)	Nitrit-N (mg N/l)
Før biofilter	5.32	0.658
Efter Biofilter	5.15	0.670

Generelle kommentarer til resultaterne

- Den automatiske dosering i sættefisk anlæg 1 fungerer fint, men fordeler ikke det aktive stof optimalt. Det kan optimeres ved at dosere i kanalen med airlift, med den eventuelle mindre ulempe at en lille del af det aktive stof afgasses. Der findes ingen målinger af størrelsesordenen herpå.
- Fordelen med den automatiske dosering er at det aktive stof ikke nedbrydes før tilsætning som tilfældet måske gør sig gældende i S2, og at doserings-perioden let kan justeres.
- Biofiltret i S1 synes at fungere tilfredsstillende med lave ammonium og nitrit værdier. Alkaliniteten er til den lave side og reduceres i takt med PAA doseringen; såfremt PAA doseringen øges skal der være opmærksomhed på dette forhold, evt. tilsættes base.
- Dryp doseringen synes at virke overbevisende; de få ulemper som for eks. håndtering kunne evt. løses hvis der kan laves en aftapningspumpe på nye dunke så der ikke skal omhældes fra palletank. Det relativt rene vand der bruges til at fortynde vandet forventes ikke at påføre nogen væsentlig omsætning i dunken i den relativ korte periode, men dette er ikke målt.
- Den samlede kontakttid i anlæg S2 med drypdosering er relativ kort, og vil i så fald skulle gentages eller på anden vis tilføres over længere perioder.
- PAA behandlingen i P1 fører til lave koncentrationer som følge af en betydelig omsætning i vandfasen, og effekten af PAA kan således være beskednen.
- Forhøjet ammonium kan være opstået som følge af lav alkalinitet og belastning af biofiltre, snarere end hæmning på grund af brugen af pereddikesyre. For at kunne belyse dette vil det kræve yderligere forsøg med omsætning af ammonium og nitrit i biofilter elementerne.

/ LFP

Hirtshals den 4. juli, 2014.

BILAG 1D

Forsøg med kontinuerlig pereddikesyre dosering på Kongeåens Dambrug.

STED: Kongeåens Dambrug, Kongeåvej 87, Sønderskov 6650 Brørup

FORMÅL

Formålet er at dokumentere effekten af kontinuerlig pereddikesyre dosering i en af Kongeåens 3 opdrætsenheder. Vandkvaliteten i mindst to enheder overvåges over en 2 måneders periode (før-under og efter pereddikesyre dosering) ved hjælp af mikrobiologiske og kemiske vandanalyser. I forbindelse med pereddikesyre-doseringen (forventeligt 4 ugers varighed fra uge 17, 2015) vil der blive lavet målinger af pereddikesyre omsætning i anlægget samt mål for eventuelle påvirkninger af biofiltrenes kvælstofomsætning.

FORSØGSPLAN

Vandkvaliteten vil blive målt på udvalgte steder i produktionsanlægget igennem måleperioden. Prøvetagningen vil blive tilrettelagt i forhold til driftspraksis (tømning af slamkegler, returskyl af biofiltre, tidspunkt for udfodring m.m.) og sammenholdes med driftsoplysninger. I intensive måleperioder vil der blive målt på restmængder af pereddikesyre i anlægget samt ammonium, nitrit og nitrat ved biofiltrenes ind- og udløb.

ANALYSER

Vigtige driftsparametre som ilt, pH, temperatur vil blive logget (evt. anlæggets eget udstyr) gennem perioden. Vandkemiske analyser vil omfatte pereddikesyre, ammonium, nitrit, nitrat, organisk materiale (suspenderet stof, COD og evt. BI5 samt partikel-indhold og fordeling); mikrobiologiske analyser vil blive lavet i form af Bactiquant® – målinger (bakteriel aktivitet). Der vil eventuelt blive opstillet vandprøve-tagere til måling på puljede døgnprøver.



MÅLEPROGRAM

Forslag til forsøgsplan

Dato	Aktivitet	Ansvarlig	Analyser/vandprøver
18/3 2015 INTRODUKTION	-Møde på dambrug -Forsøgsplanlægning -Introduktion til hurtigmetode -Måling af flow	DTU og Mycometer	
Uge 13-16 (23/3-20/3) MÅLING/PRØVE-TAGNING AF ANLÆG FORUD FOR PEREDDIKESYRE DOSE	Vandprøver til bestemmelse af ammonium, nitrit, nitrat og COD. Måling af mikrobiel vandkvalitet	Kongeåens Dambrug	2-3 gange ugentlige prøvetagninger Bactiquant. Prøver til geosmin
Uge 17 INTENSIVE MÅLINGER IFM. OPSTART AF DOSERING	Målekampagne i forbindelse med Start af pereddikesyre dosering	DTU Aqua	Måling af gængse kemiske vandparametre, partikler, biofilter effektivitet, pereddikesyre, geosmin
Uge 18-20 OPFØLGENDE MÅLINGER	Ugentlig måling/opfølgning på kemisk og mikrobiologisk vandkvalitet	DTU Aqua	Som ovenfor; prøvetagninger og/eller puljede døgnprøver Prøver til geosmin

Tabel/oversigt med angivelse af lokalitet, tidspunkt, antal og håndtering af vandprøver udarbejdes efter besøg den 18. marts, 2015.

Vandprøvetagere opsættes den 18/3; hvis muligt benytter fiskemester prøvetageren til 2-3 ugentlige opsamlinger.

Centrale driftsdata (ilt, pH og vandtemperatur indsamles af fiskemester i uge 12-17).

Flowmålinger udføres af DTU Aqua den 18/3

Måling og prøvetagning forventes at foregå i mindst to produktionsenheder over en længere periode forud for og i forbindelse med pereddikesyre-doseringen.

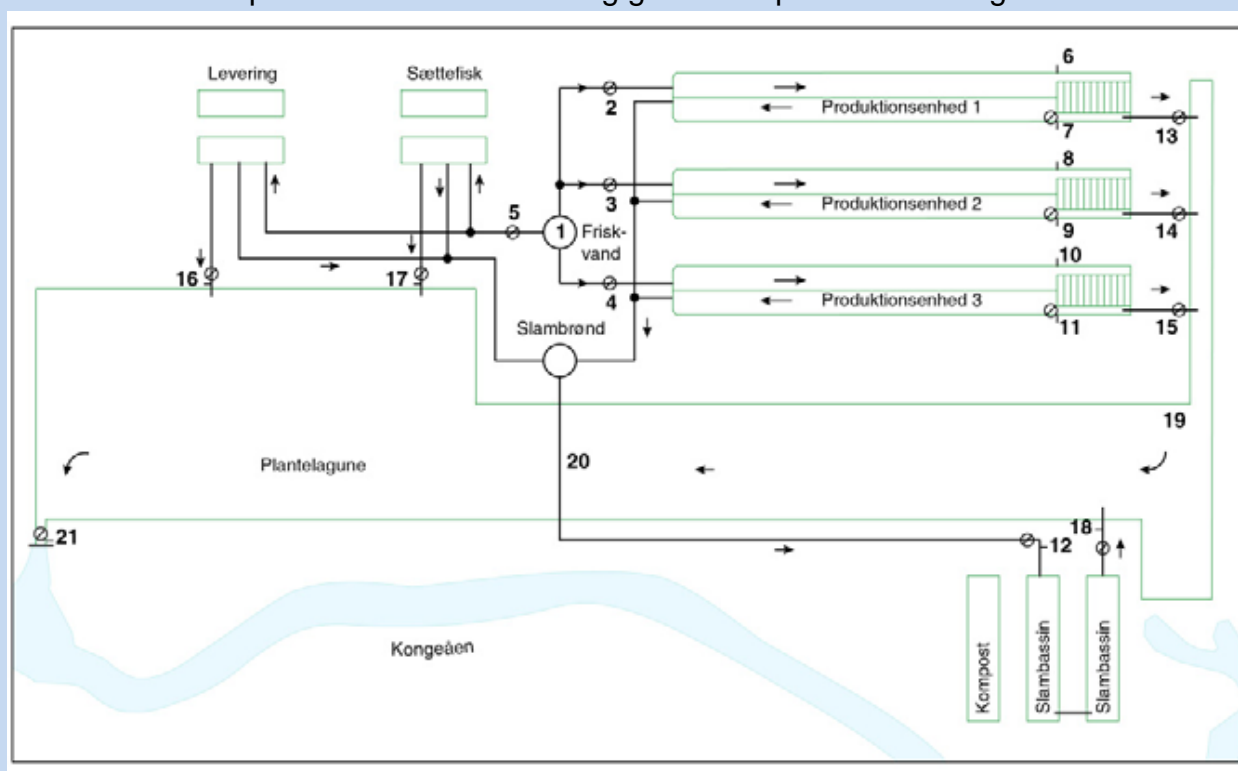
I måleperioden registreres vigtige driftsoplysninger som skrives ind i driftsjournalen af fiskemesteren.

Vandprøver til analyse

For at sikre sammenlignelige resultater er det af afgørende betydning at vandprøverne udtages ensartet. I denne undersøgelse benytter vi automatiske prøvetagere – som udtager vandprøver til bestemte tider og holder dem nedkølet ved 5 °C. Selve håndteringen af prøverne er også vigtig – ideelt skal alle prøver behandles ens. Prøverne bruges til at måle vandets indhold af bakterier (som er knyttet til partikler) og vandets indhold af organisk materiale/partikler.

Herudover bruges vandprøverne til at måle ammonium, nitrit og nitrat. Det gøres i vandprøver der er sterilfiltreret så der ikke sker en yderligere omsætning fra prøvetagning til måling (i Hirtshals).

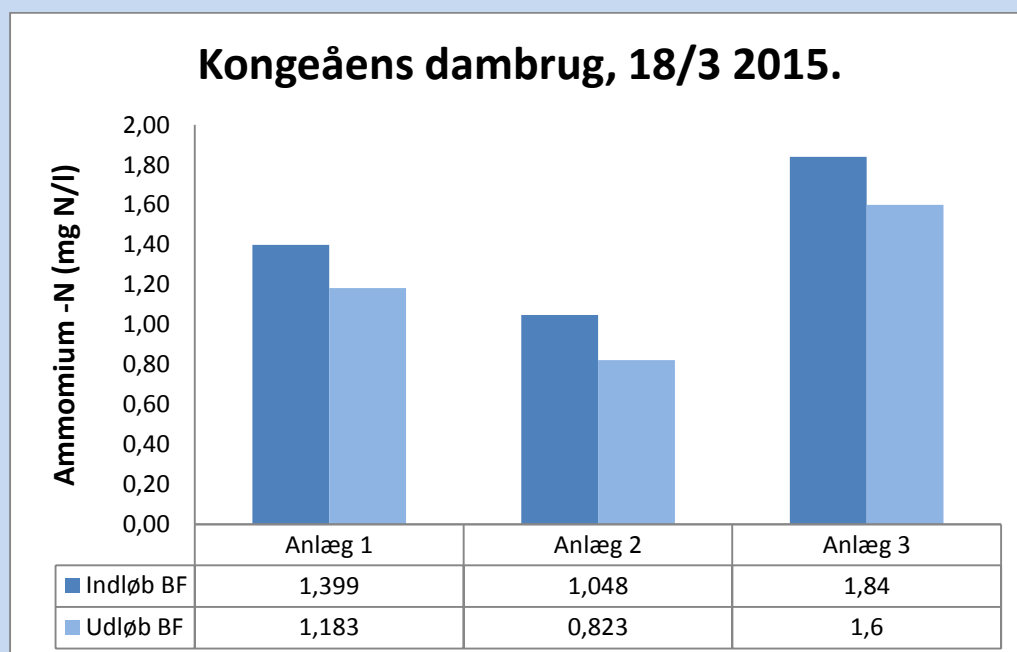
- Omryst dunken umiddelbart før prøvetagning så eventuelt bundfald opblandes
- Husk at notere tidspunkt og sted for prøvetagning
- Bactiquant måles på opblandet vandprøve (kendt volumen og fremkaldetid)
- 100 ml opblandet vandprøve (husk opblanding/ryste) udtages til plastbeholder hvorefter 1 ml svovlsyre tilsættes.
- Ca. 15 ml prøve filteres med filter og gemmes i plastrør med låg



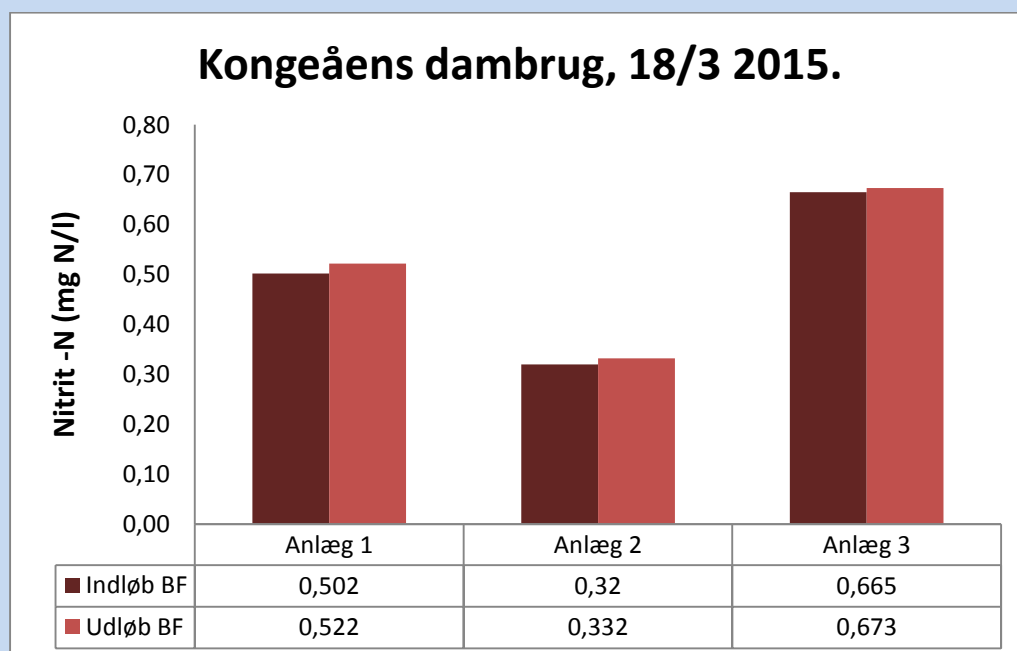
Prøvetagningspositioner indtegnes på figuren efter aftale den 18.3. 2015.

LFP/17/3, 2015.

Resultater af vandanalyser udtaget kl. 13-13:30 den 18/3 2015 på Kongeåens Dambrug.

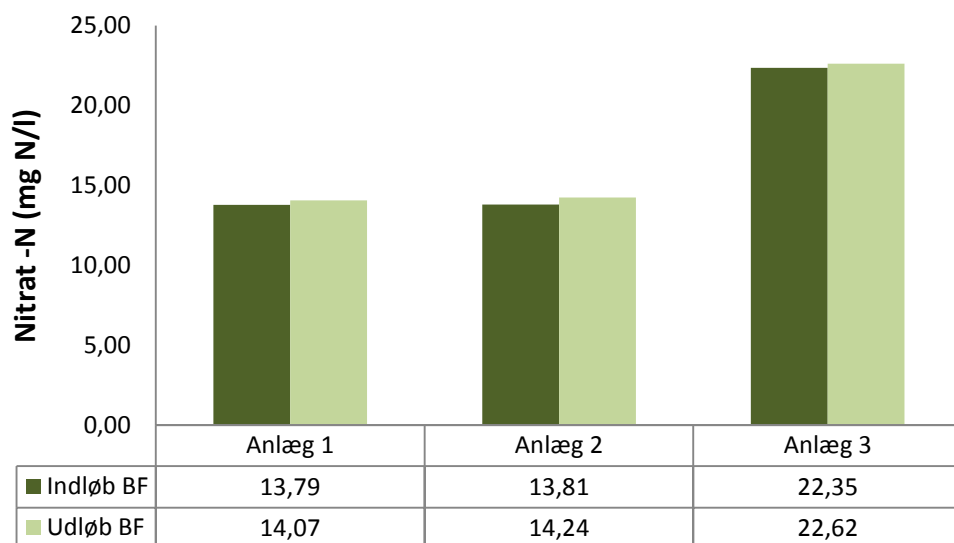


Ammoniumværdier i indløb til biofiltersektionen (bag tromlefiltrene) - og udløbet fra biofiltersektionen.



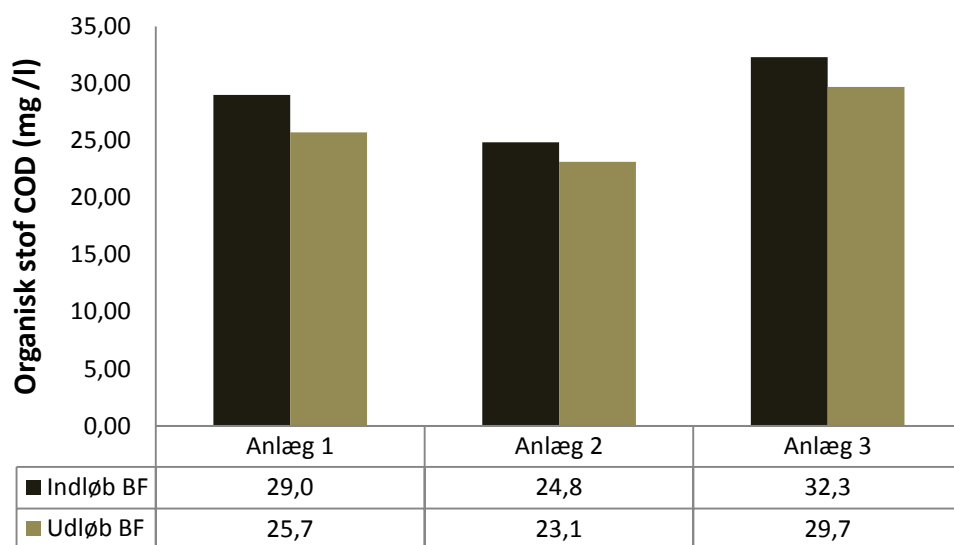
Nitrit – N værdier i indløb til biofiltersektionen (bag tromlefiltrene) - og udløbet fra biofiltersektionen.

Kongeåens dambrug, 18/3 2015.



Nitrat – N værdier i indløbet til biofiltersektionen (bag tromlefiltrene) - og udløbet fra biofiltersektionen.

Kongeåens dambrug, 18/3 2015.



Organisk stofindhold (COD ufiltreret) i indløb til biofiltersektionen (bag tromlefiltrene) - og udløbet fra biofiltersektionen.

Hirtshals den 20. marts /LFP

Indledende måleresultater fra forsøg på Kongeåens dambrug, uge 17, 2015.

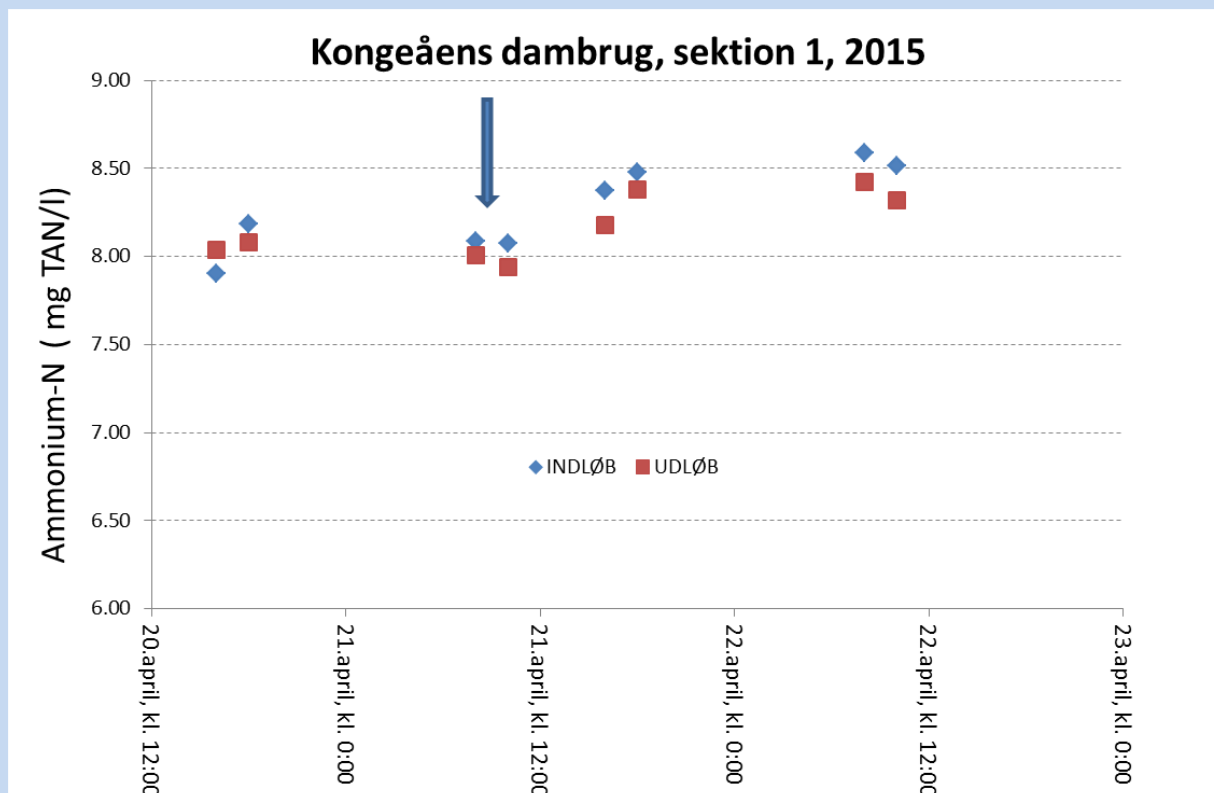


Fig. 1. Udvalgte målinger af ammonium målt ved indløb til og udløb fra biofiltersektionen i sektion 1.

Tirsdag den 21. april kl. 08:30 blev tilsætning af kontinuerlig pereddikesyre (1.4 liter Aqua Oxides/time) påbegyndt. Bemærk at x-aksen er kun dækker et snævert område fra 6 til 9 mg ammonium N/l.

BEMÆRK: værdierne er her angivet i mg ammonium-N; forholdet mellem Ammonium-N og ammonium er 1,28 ($\text{NH}_4^+ = 18 \text{ g/mol}$; $\text{N} = 14 \text{ g/mol}$; $1 \text{ gram N} = 1 \cdot 18 / 14 = 1,28 \text{ g}$).

Eksempelvis svarer vores målte værdier på 8,3 $\text{NH}_4^+\text{-N/l}$ således til 10,6 mg $\text{NH}_4^+\text{/l}$.

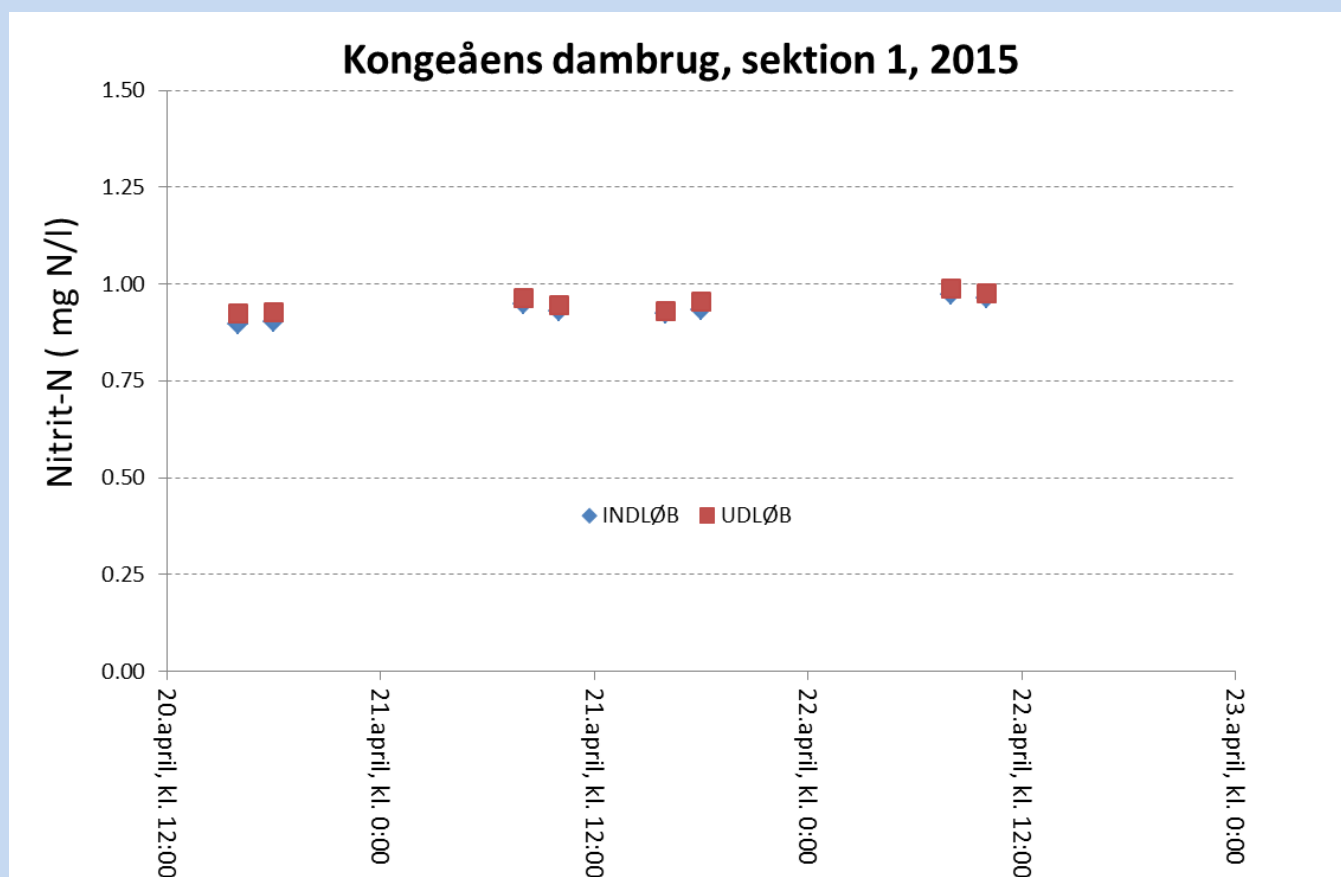
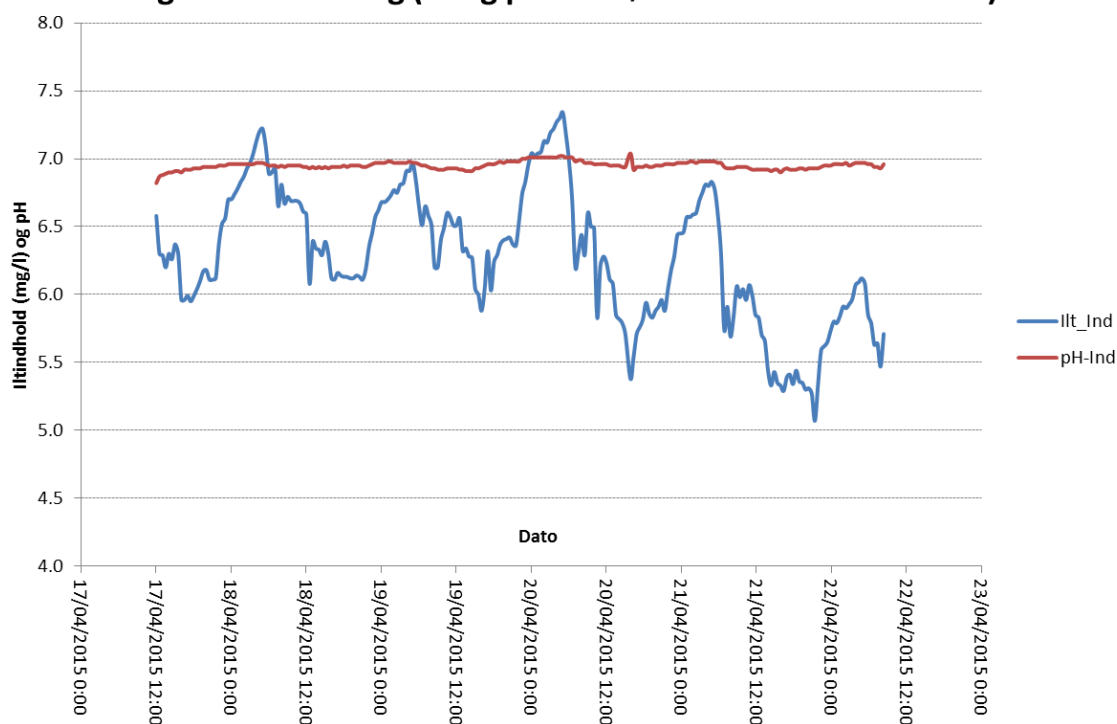


Fig. 2. Udvalgte målinger af nitrit-N målt ved indløb til og udløb fra biofiltersektionen i sektion 1.

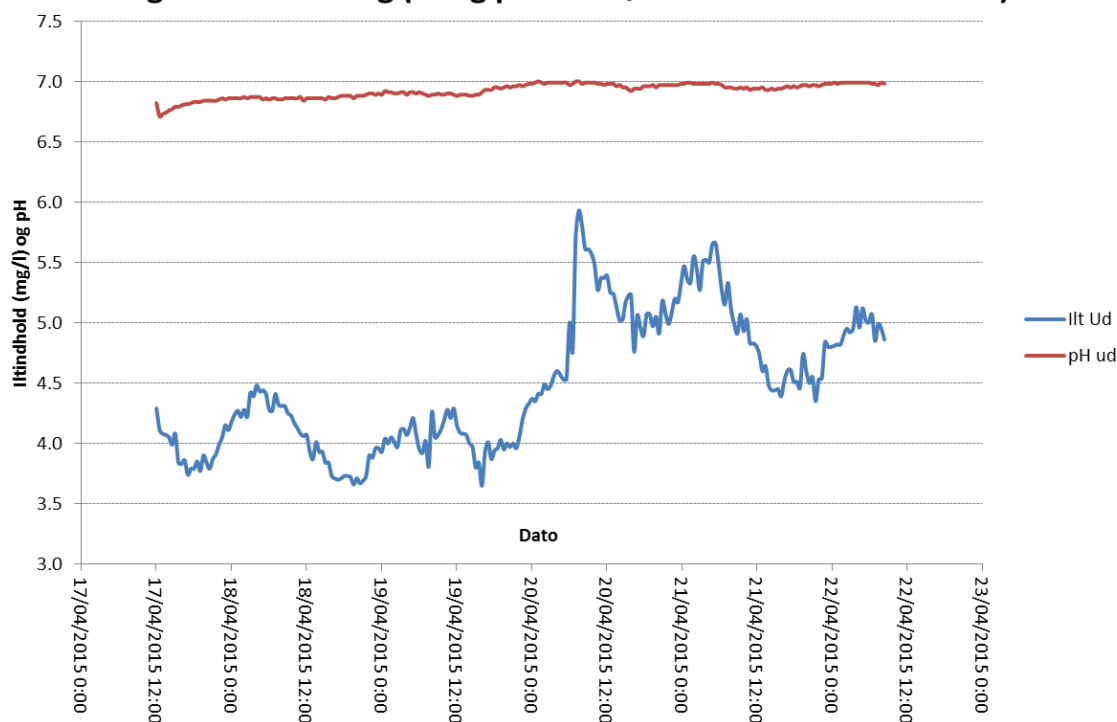
Tirsdag den 21. april kl. 08:30 blev tilsætning af kontinuerlig pereddikesyre (1.4 liter Aqua Oxides/time) påbegyndt.

Kongeåens dambrug (ilt og pH i indløb til biofilter sektionen)

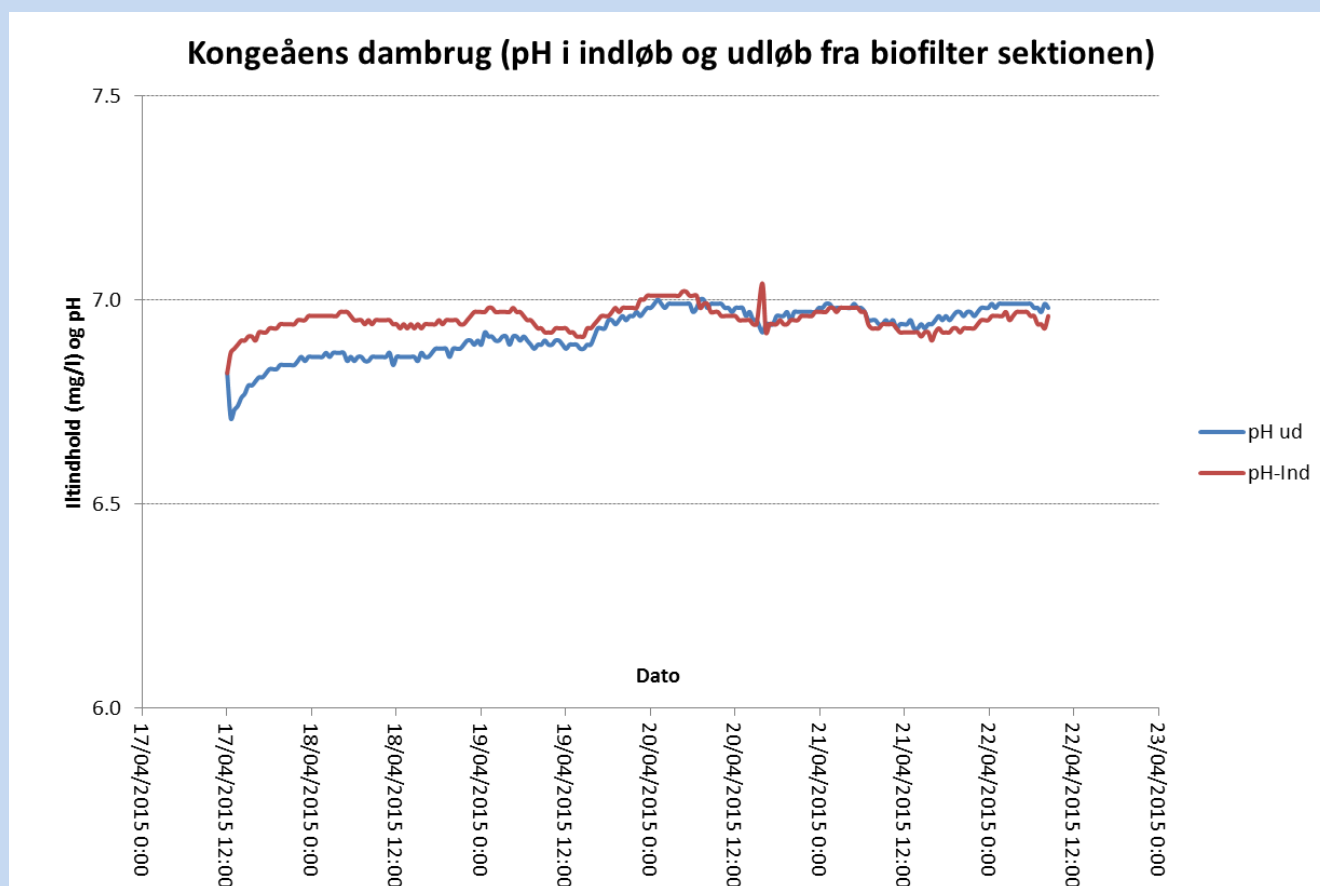


Måling af iltindhold og pH i vandet ind til biofiltersektionen i sektion 1.

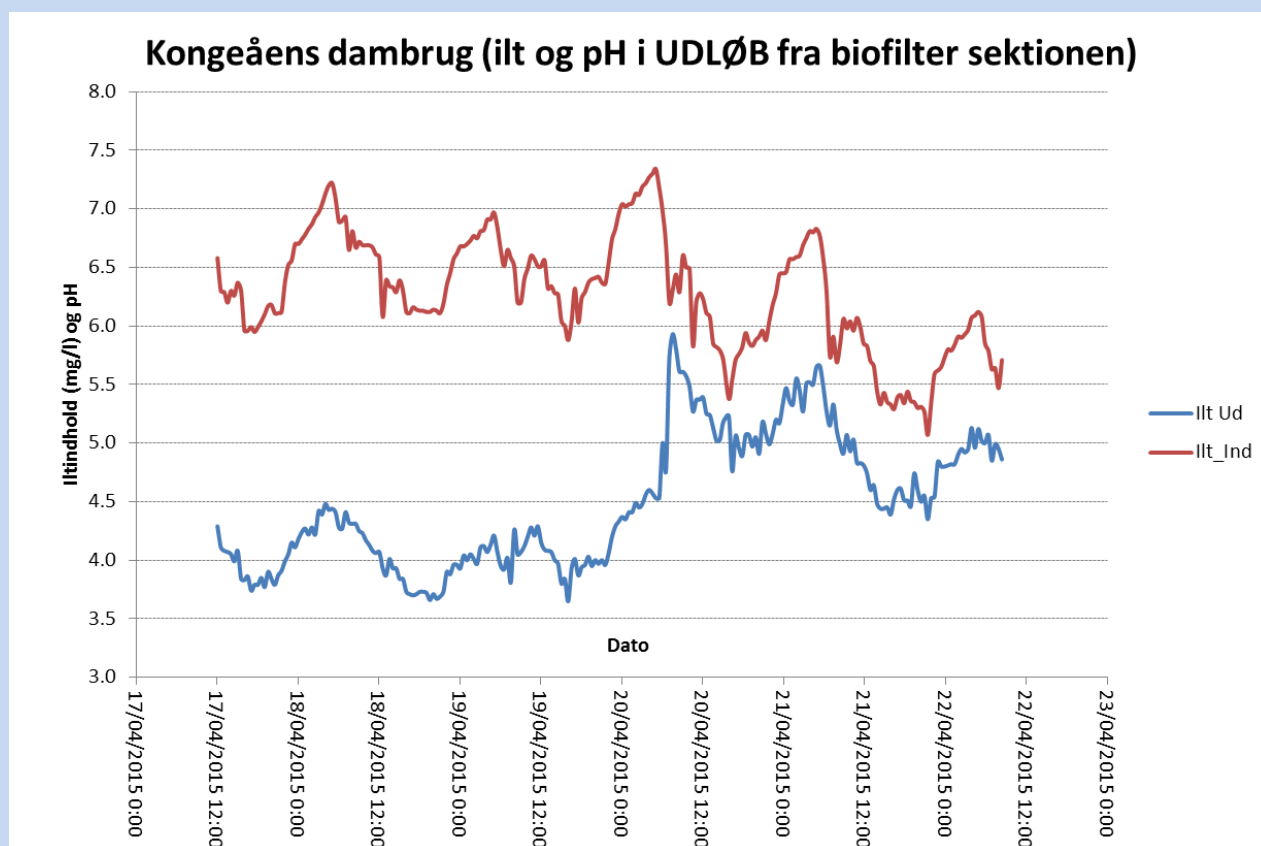
Kongeåens dambrug (ilt og pH i UDLØB fra biofilter sektionen)



Måling af iltindhold og pH i vandet efter biofiltersektionen i sektion 1.



pH i ind- og udløb fra biofiltersektionen. pH sonder rengjort om eftermiddagen den 20/4.

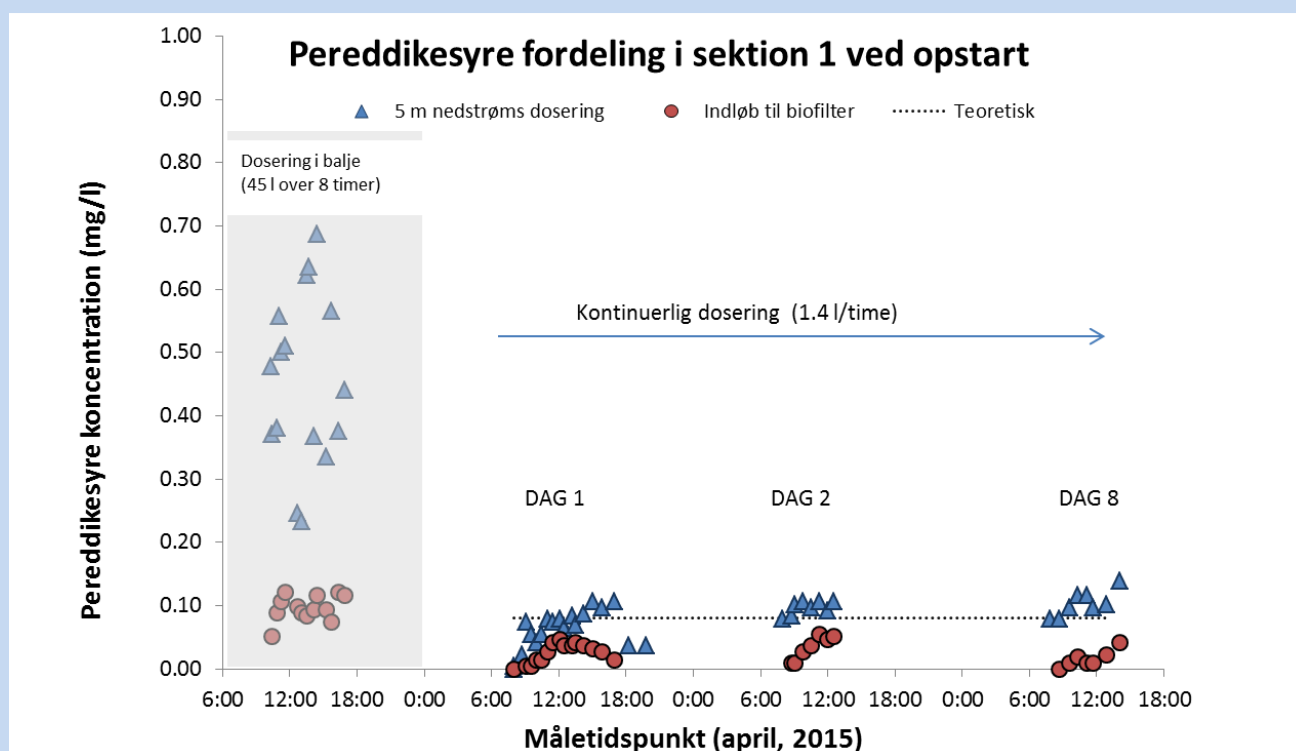


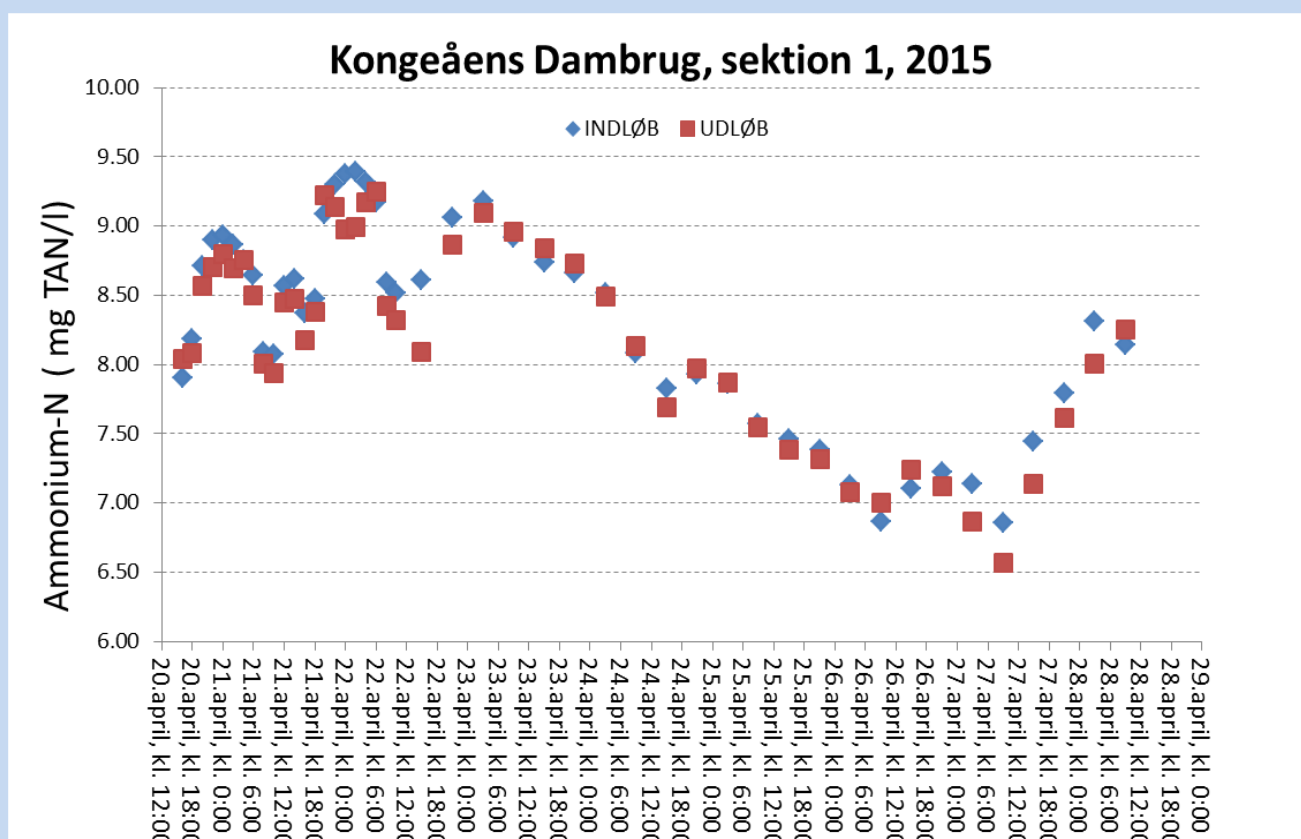
Iltindhold i indløbsvand og udløb fra biofiltret i sektion 1. Det bemærkes, at der foruden pe-reddikesyre tilsætning den 21. april, 2015 også blev justeret på beluftningen i anlægget i måleperioden.

Måleresultater fra onsdag sidste uge til mandag (grafer nedenfor).

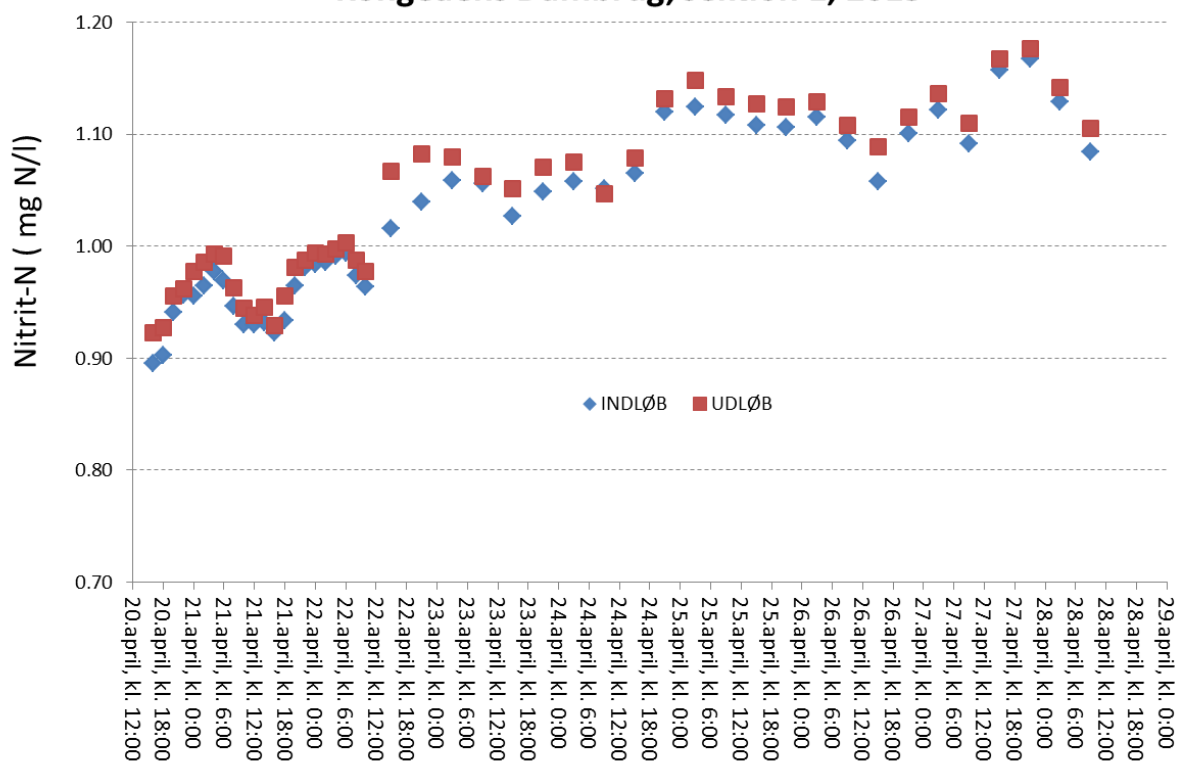
Der er en række interessante forhold bl.a.

- Ammonium koncentrationen støt faldende fra den 23/4 (> 9 mg TAN/l) frem til den 26/4 (< 7 mg TAN/l); herefter opadgående
- Nitrit koncentrationen er svagt stigende indenfor et snævert interval (0,9 til 1,2 mg Nitrit-N/l)
- Nitratkoncentration på ca. 15 mg N/l – viser at filtret virker□
- Målte ændringer i ammonium koncentrationen over filtret er ikke entydigt
- Målte nitritkoncentrationer viser at der er en gennemgående nitritdannelse ved passage over filtret (ca. 0,02 mg N/l)
- Ilt og pH stabilt hen over døgnet; alkaliniteten omkring 1,8-2 mækv/l (80-100 mg CaCO_3 /l)
- Pereddikesyre koncentrationen er på samme niveau målt på dag 1,2 og dag 8 – og således ingen målbar ophobning.

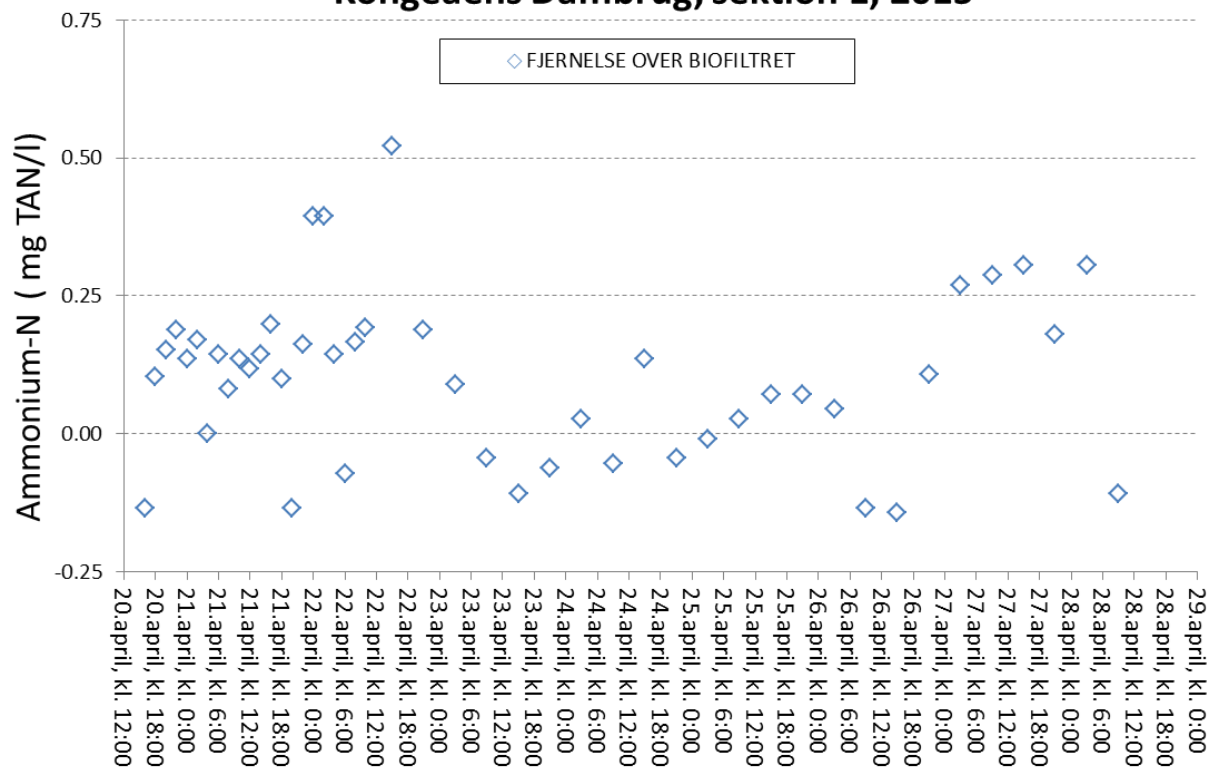




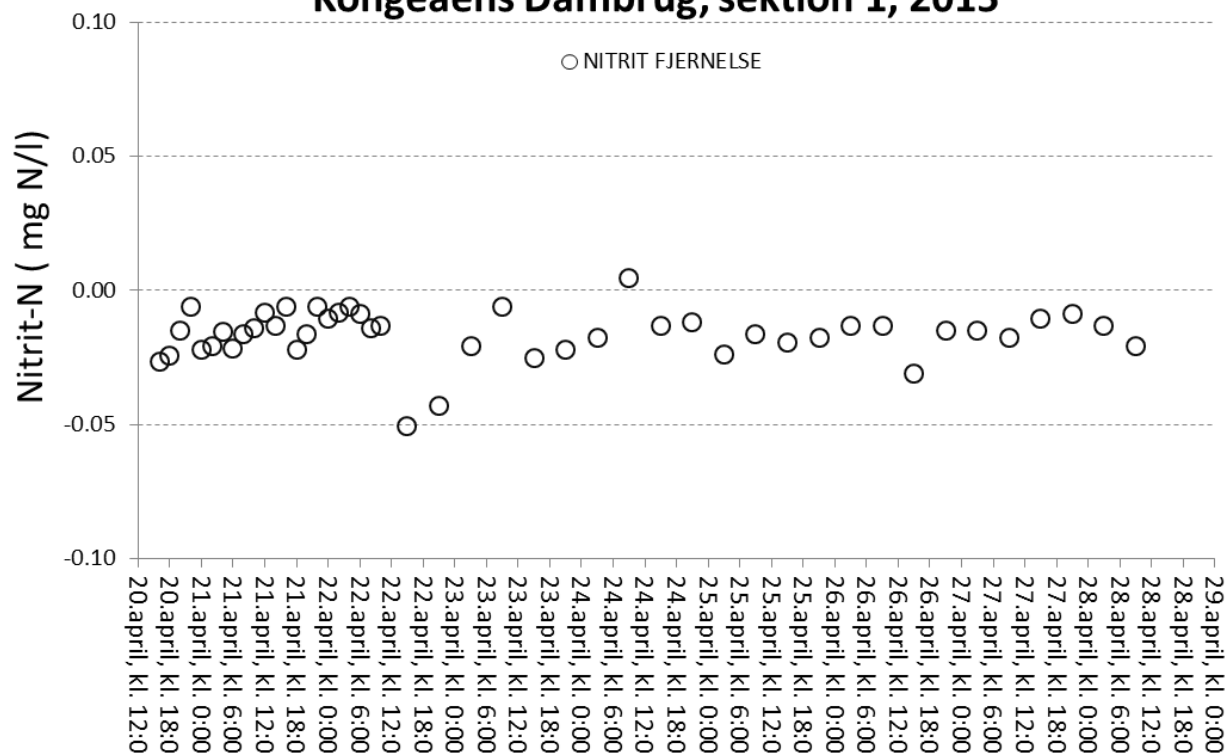
Kongeåens Dambrug, sektion 1, 2015



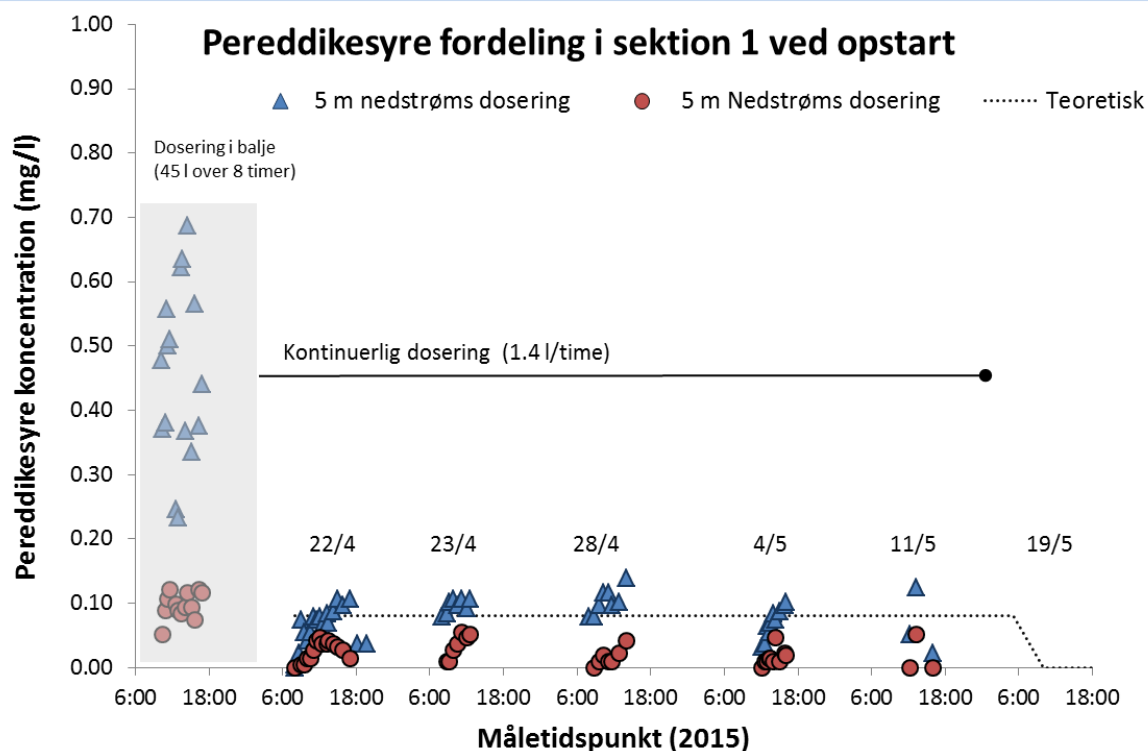
Kongeåens Dambrug, sektion 1, 2015



Kongeåens Dambrug, sektion 1, 2015



Pereddikesyre fordeling i sektion 1 ved opstart



BILAG 2



Temadag om formalin-udfasning

Dansk Akvakultur afholder i samarbejde med de praktiserende fiskedrylæger og DTU-Aqua en temadag om status for formalin-udfasning. Temadagen er en del af fiskerifondsprojektet "Netværk for formalinudfasning", som afsluttes i løbet af sommeren.

Temadagen afholdes: Torsdag d. 25. juni kl. 12.00 – 17.00

Sted: Ferskvandscentret i Silkeborg

Alle med interesse i brugen af hjælpestoffer på akvakulturanlæg er velkomne. Deltagelse er gratis.

Tilmelding skal ske senest mandag d. 22. juni kl. 12.00 ved kontakt til Niels Henrik Henriksen, Dansk Akvakultur. Enten via mail til niels@danskakvakultur.dk eller på mobilnummer 22775570.

Program:

- 12.00 – 13.00 Frokost i kantinen
- 13.00 – 13.30 Formalin-udfasning, baggrund for målsætningen og tidsperspektiv, Niels Henrik Henriksen, Dansk Akvakultur
- 13.30 – 14.00 Kan man slå parasitterne ihjel med pereddikesyre og brintoverilte, Jacob G. Schmidt, KU-Sund
- 14.00 – 14.30 Praktisk erfaringer med pereddikesyre i anlæg med recirkulering, Thomas Clausen, praktiserende fiskedrylæge
- 14.30 – 15.15 Hvordan opretholder du koncentrationen og hvad med biofiltret, Lars-Flemming Pedersen, DTU-Aqua
- 15.15 – 15.30 Kaffepause
- 15.30 – 15.45 Brugen af doseringspumper erfaringer, Niels Henrik Henriksen, Dansk Akvakultur
- 15.45 – 16.05 Doseringspumper, typer, funktion, vedligeholdelse, Hans Jørgen Andersen, Pumpegruppen
- 16.05 – 16.20 Forebyggelse af svamp på æg, Peter Holm, dambruger Lundby Fisk
- 16.20 – 16.40 Nyt EU-projekt om parasitter og andre nye tiltag, Jacob G. Schmidt + Niels Henrik Henriksen
- 16.40 – 17.00 Diskussion og spørgsmål

